الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة تشرين
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم الجغرافية



المطر وتكرار نوبات الجفاف
في إقليم الجزيرة والفرات السوري

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الجغرافية الطبيعية
(تخصص علم المناخ)

إعداد الطالبة:
سماح غياث الشب

بإشراف

الدكتورة
جوليت سلوم
قسم الجغرافية بجامعة تشرين

الدكتور
فواز الموسى
قسم الجغرافية بجامعة حلب

اللاذقية ٢٠١٢

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

أشكر اللّه سبحانه وتعالى الذي ألهمني الطموح وسدد خطاي.

وأتقدم بجزيل الشكر والعرفان لأستاذي المُشرِفَين:

الدكتورة	الدكتور
جوليّت سلوم	**فواز الموسى**

اللذين لم يبخلا عليّ بجهد أو نصيحة إذ قدما لي العون العلمي والمعرفي في إنجاز هذه الرسالة وأحاطاني برعايتهما رعاية أسرية. متمنية لهما دوام العطاء جزاهما الله عني كل خير.

كما أتقدم بفائق شكري وعرفاني إلى السادة أعضاء الهيئة التدريسية في قسم الجغرافية بجامعة تشرين ولكل الذين ساعدوني وساندوني في إنجاز رسالتي هذه.

كما أشكر الأساتذة الكرام أعضاء لجنة المناقشة على تفضلهم بقبول مناقشة هذه الأطروحة وتصويب ما فيها من هفوات وزلات.

أتقدم للجميع بجزيل الشكر والعرفان

الطالبة

الفهارس

أولاً – فهرس الموضوعات

تسلسل	الموضوع	رقم الصفحة
أولاً	الفهارس	أ
	فهرس الموضوعات	ب
	فهرس الجداول	هـ
	فهرس الأشكال	ز
	المقدمة	١
	تمهيد	٢
١	أهمية البحث	٢
٢	أهداف البحث	٣
٣	الواقع الجغرافي لمنطقة الدراسة	٤
٤	أدوات البحث	٤
٥	فرضية البحث	٥
٦	مشكلة البحث	٥
٧	مراحل البحث	٥
٨	صعوبات البحث	٦
٩	محاور البحث ومراحل تنفيذه	٦
١٠	الدراسات السابقة	٧
١١	منهجية البحث	١١
١	**الفصل الأول** **طرق ووسائل البحث**	١٢
١–٢	المعطيات المستخدمة	١٣
١–٣	معالجة البيانات والمعادلات المستخدمة	١٤
١–٣–١	المدى	١٤
١–٣–٢	الانحراف المعياري	١٤
١–٣–٣	معامل الاختلاف	١٤
١–٣–٤	المتوسطات المتحركة	١٥
١–٣–٥	معادلات الاتجاه العام	١٥

١-٣-٦	التوزيع التراكمي النسبي	١٦
١-٣-٧	تكرار العشريات	١٦
١-٣-٨	تحديد حالة الأشهر	١٧
١-٣-٩	مؤشر القحولة (إيفانوف)	١٨
١-٣-١٠	علاقة ديمارتون	١٩
١-٣-١١	علاقة أمبرجيه	٢٠
١-٣-١٢	مؤشر الجفاف (لي)	٢١
١-٤	مصطلحات البحث	٢٢
٢	**الفصل الثاني** **التوزيع المكاني والزمني للهطل في إقليم الجزيرة والفرات**	٢٦
٢-١	العوامل الطبيعية المؤثرة في توزيع الهطل في الإقليم	٢٧
٢-١-١	الموقع (الجغرافي والفلكي)	٢٨
٢-١-٢	التضاريس .	٢٩
٢-١-٣	العوامل المناخية:	٣١
٢-١-٣-١	الضغط الجوي	٣١
٢-١-٣-٢	الرياح	٣٦
٢-١-٣-٣	التيار النفاث	٣٧
٢-١-٣-٤	المنخفضات الجوية	٣٨
٢-١-٣-٥	الكتل الهوائية	٤٢
٢-١-٣-٦	الرطوبة الجوية	٤٤
٢-٢	توزع الهطل في الإقليم	٤٨
٢-٢-١	التوزع الجغرافي(المكاني)	٤٨
٢-٢-٢	التوزع الزمني	٥٣
٢-٢-٢-١	التوزع الشهري	٥٣
٢-٢-٢-٢	التوزع الفصلي	٥٩
٢-٣	الأيام المطيرة وتوزعها	٦٥
٢-٤	تركز الهطل	٧٤
٢-٤-١	الشدات المطرية	٧٦

٣	**الفصل الثالث** **تغيرات الهطل في الإقليم**	٨٠
٣-١	الخصائص العامة لتغير معدلات الهطل	٨١
٣-١-١	التغيرات السنوية والشهرية في كميات الهطل	٨٣
٣-١-١-١	الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف ونسبة التباين	٨٣
٣-٢	اتجاهات التغير في كميات الأمطار	٨٨
٣-٢-١	معادلة الخط المستقيم من الدرجة الأولى	٨٨
٣-٢-٢	الاتجاه العام متعدد الحدود (من الدرجة الثالثة)	٩٣
٣-٢-٣	معادلة الانحدار الأسي	٩٧
٣-٢-٤	معادلة الانحدار اللوغارتمي	١٠١
٣-٣	المتوسطات المتحركة	١٠٤
٣-٤	احتمالات الهطل	١٠٦
٣-٥	تكرار العشريات	١٠٨
٤	**الفصل الرابع** **القيمة الفعلية للهطل وتكرار نوبات الجفاف في الإقليم**	١١٢
٤-١	القيمة الفعلية للهطل	١١٣
٤-١-١	معادلة ديمارتون	١١٣
٤-١-٢	معادلة إمبرجيه	١٢١
٤-١-٣	معادلة إيفانوف	١٢٩
٤-٢	شدة الجفاف	١٣٦
	الخاتمة	١٤٢
أولاً-	النتائج	١٤٣
ثانياً-	المقترحات	١٤٦
	المصادر والمراجع	١٤٨
	المراجع العربية	١٤٩
	المراجع الأجنبية	١٥١

ثانياً – فهرس الجداول

رقم الجدول	الموضوع	رقم الصفحة
١-١	المحطات المستخدمة في البحث	١٣
١-٢	حدود العشريات وأوصافها	١٧
١-٣	فترة الجفاف وشدتها حسب قيم مؤشر الجفاف	١٨
١-٤	التصنيف المناخي حسب معادلة امبرجيه	٢٠
٢-١	اختلاف معدلات الأمطار حسب درجات العرض	٢٧
٢-٢	عدد المنخفضات الجوية في منطقة البحر المتوسط ومناطق تشكّلها	٤٠
٢-٣	مقارنة بين الرطوبة الجوية ومتوسط درجة الحرارة والهطول.	٤٦
٢-٤	المتوسطات الشهرية لكمية الهطل ونسبتها من المتوسط السنوي ويحدد حالة الشهر من حيث الرطوبة والجفاف	٥٨
٢-٥	متوسط الهطل الفصلي ونسبته المئوية من المتوسط السنوي	٦٢
٢-٦	متوسط عدد أيام المطر الفصلي والسنوي في بعض المحطات المختارة	٦٧
٢-٧	النسب المئوية لعدد أيام المطر الفصلي من متوسط مجموع عدد أيام المطر السنوي في بعض المحطات المختارة	٦٧
٢-٨	المتوسط الشهري لمجموع عدد أيام المطر في بعض المحطات	٧٠
٢-٩	النسبة المئوية لعدد أيام المطر الشهري من متوسط مجموع عدد أيام المطر السنوي في بعض المحطات	٧١
٢-١٠	غزارة الهطل في بعض المحطات المختارة	٧٥
٢-١١	متوسط عدد أيام المطر أكبر من ٥ مم في بعض المحطات	٧٧
٢-١٢	عدد الأيام التي هطل فيها أكبر من ١٠ مم	٧٨
٣-١	متوسط كمية الأمطار السنوية	٨٢
٣-٢	المتوسطات السنوية والشهرية للأمطار والانحراف المعياري ومعاملات التغير	٨٦
٣-٣	الخصائص الإحصائية للأمطار السنوية في بعض المحطات المدروسة	٨٧
٣-٤	الاتجاه العام (من الدرجة الأولى) للهطل في إقليم الجزيرة والفرات خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١– ٢٠١٠/٢٠١١	٨٩
٣-٥	الاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) للهطل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١– ٢٠١٠/٢٠١١	٩٣

٣-٦	الاتجاه العام الأسي للهطل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١- ٢٠١٠/٢٠١١	٩٧
٣-٧	الاتجاه العام اللوغارتمي للهطل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١- ٢٠١٠/٢٠١١	١٠١
٣-٨	متوسطات الهطل و احتمالات سقوط كمية تساوي المعدل	١٠٦
٣-٩	احتمالات كميات الهطل واحتمال التجاوز وفترات الرجوع في محطات مختارة من إقليم الجزيرة والفرات	١٠٧
٣-١٠	تصنيف العشريات وأوصافها حسب جيبس وماهر ١٩٦٧	١٠٨
٣-١١	تصنيف العشريات لكميات الهطل خلال المواسم (١٩٨١/١٩٨٢- ٢٠١٠/٢٠١١)	١٠٩
٤-١	قيمة معامل ديمارتون الفصلية في بعض المحطات المختارة	١١٥
٤-٢	مصفوفة الارتباط لقيمة ديمارتون بين المحطات	١١٦
٤-٣	نوع المناخ السائد في المحطات المدروسة حسب تصنيف أمبرجيه	١٢١
٤-٤	عدد السنوات الأقل من المعدل والأعلى من المعدل	١٢٢
٤-٥	قيمة معامل أمبرجيه في بعض المحطات المختارة	١٢٤
٤-٦	مصفوفة الارتباط لقيمة أمبرجيه بين المحطات	١٢٥
٤-٧	قيمة معامل إيفانوف الفصلية في بعض محطات الإقليم	١٣٠
٤-٨	مصفوفة الارتباط لقيمة معاملي ديمارتون وأمبرجيه بين المحطات	١٣٤
٤-٩	فترة الجفاف وشدتها حسب قيم مؤشر الجفاف DI	١٣٥
٤-١٠	النسب المئوية لتكرار الجفاف الشهري في بعض محطات الإقليم	١٣٦
٤-١١	النسبة المئوية لتكرار الجفاف الفصلي تبعاً لحدته في بعض محطات الإقليم	١٣٧
٤-١٢	قيم مؤشر الجفاف (لي) لمجموع كميات الأمطار الفصلية	١٣٩

ثالثاً - فهرس الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
١	الموقع الجغرافي لإقليم الجزيرة والفرات في سورية	٤
١-١	حدود الإقليم والمحطات المستخدمة في البحث	١٣
٢-١	موقع الإقليم في الجمهورية العربية السورية	٢٨
٢-٢	تدرج كمية الأمطار بالتزايد من الجنوب للشمال	٢٨
٢-٣	معالم سطح الأرض في إقليم الجزيرة والفرات	٣٠
٢-٤	توزع متوسط كمية الهطول السنوية / مم	٣١
٢-٥	متوسط قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في أثناء فصل الصيف	٣٤
٢-٦	متوسط قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في أثناء فصل الشتاء	٣٤
٢-٧	متوسط قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في أثناء فصلي الربيع والخريف	٣٥
٢-٨	يوضح واردات الرياح السنوية في إقليم الدراسة	٣٧
٢-٩	متوسط سرعة الرياح على ارتفاع (٢٠٠ ملليبار) في شهر كانون الثاني ٢٠١٠	٣٨
٢-١٠	متوسط سرعة الرياح على ارتفاع (٢٠٠ ملليبار) في شهر تموز ٢٠١٠	٣٩
٢-١١	مسارات المنخفضات الجوية فوق البحر المتوسط والمتوسط السنوي لتكرارها	٤١
٢-١٢	يوضح سير الكتل الهوائية فوق حوض البحر المتوسط	٤٤
٢-١٣	توزع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في الإقليم	٤٥
٢-١٤	متوسط الرطوبة النسبية الشهرية في محطات الجزيرة السورية.	٤٦
٢-١٥	توزع متوسط كمية الهطول السنوية / مم	٤٨
٢-١٦	توزع متوسط كمية الهطول في كانون الثاني / مم	٤٩
٢-١٧	توزع متوسط كمية الهطول في شباط / مم	٥٠
٢-١٨	توزع متوسط كمية الهطول في آذار /مم	٥٠
٢-١٩	توزع متوسط كمية الهطول في نيسان / مم	٥١
٢-٢٠	توزع متوسط كمية الهطول في أيار / مم	٥١
٢-٢١	توزع متوسط كمية الهطول في تشرين١ / مم	٥٢
٢-٢٢	توزع متوسط كمية الهطول في تشرين٢ / مم	٥٢
٢-٢٣	توزع متوسط كمية الهطول في كانون١ / مم	٥٣
٢-٢٤	التوزيع الشهري للهطل في محطة جرابلس خلال فترة الرصد	٥٤

٢-٢٥	التوزيع الشهري للهطل في محطة القامشلي خلال فترة الرصد	٥٥
٢-٢٦	التوزيع الشهري للهطل في محطة الحسكة خلال فترة الرصد	٥٥
٢-٢٧	التوزيع الشهري للهطل في محطة الرقة خلال فترة الرصد	٥٦
٢-٢٨	التوزيع الشهري للهطل في محطة دير الزور خلال فترة الرصد	٥٦
٢-٢٩	التوزيع الشهري للهطل في محطة البوكمال خلال فترة الرصد	٥٧
٢-٣٠	التوزيع الفصلي للهطل في محطات الإقليم خلال فترة الرصد	٥٩
٢-٣١	التوزع النسبي لكمية الأمطار الفصلية في محطات الدراسة	٦٠
٢-٣٢	توزع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية	٦٤
٢-٣٣	المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة عندما كان الهطول أكبر من /١/ مم	٦٦
٢-٣٤	توزع متوسط كمية الهطل السنوية / مم	٦٦
٢-٣٥	المتوسط الفصلي لعدد أيام المطر في محطات مختارة من إقليم الدراسة.	٦٨
٢-٣٦	النسب المئوية لعدد أيام المطر من المتوسط السنوي لها في محطات مختارة	٦٩
٢-٣٧	المتوسط الشهري لعدد أيام المطر في محطات مختارة	٧١
٢-٣٨	متوسط كميات الهطل السنوية وعدد أيام المطر في بعض المحطات	٧٥
٢-٣٩	متوسط عدد أيام المطر أكبر من ٥ مم في بعض المحطات	٧٧
٢-٤٠	متوسط عدد أيام المطر أكبر من ١٠ مم في بعض المحطات	٧٩
٢-٤١	متوسط عدد أيام المطر أكبر من٥ مم وأكبر من ١٠ مم في بعض المحطات	٧٩
٣-١	تباين كمية الأمطار خلال فترة الدراسة في بعض المحطات المدروسة	٨٣
٣-٢	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة البوكمال	٩٠
٣-٣	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة الحسكة	٩٠
٣-٤	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة القامشلي	٩١
٣-٥	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة جرابلس	٩١
٣-٦	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة دير الزور	٩٢
٣-٧	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة الرقة	٩٢
٣-٨	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة البوكمال	٩٤
٣-٩	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الحسكة	٩٤
٣-١٠	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة القامشلي	٩٥
٣-١١	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة جرابلس	٩٥
٣-١٢	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة دير الزور	٩٦

٣-١٤	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الرقة	٩٦
٣-١٥	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة البوكمال	٩٨
٣-١٦	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة الحسكة	٩٨
٣-١٧	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة القامشلي	٩٩
٣-١٨	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة جرابلس	٩٩
٣-١٩	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة دير الزور	١٠٠
٣-٢٠	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة الرقة	١٠٠
٣-٢١	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة البوكمال	١٠١
٣-٢٢	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة الحسكة	١٠٢
٣-٢٣	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة القامشلي	١٠٢
٣-٢٤	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة جرابلس	١٠٣
٣-٢٤	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة دير الزور	١٠٣
٣-٢٥	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة الرقة	١٠٤
٣-٢٦	المتوسطات المتحركة لكميات الهطل السنوية في بعض المحطات	١٠٥
٤-١	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة البوكمال	١١٦
٤-٢	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة دير الزور	١١٧
٤-٣	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الحسكة	١١٧
٤-٤	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة القامشلي	١١٨
٤-٥	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الرقة	١١٨
٤-٦	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة جرابلس	١١٩
٤-٧	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام في محطة الرقة	١١٩
٤-٨	قيمة معامل ديمارتون في بعض المحطات المختارة	١٢٠
٤-٩	نوع المناخ السائد في محطات الإقليم حسب مخطط أمبرجيه	١٢٣
٤-١٠	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة البوكمال	١٢٥
٤-١١	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة البوكمال	١٢٥
٤-١٢	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الحسكة	١٢٦
٤-١٣	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة القامشلي	١٢٦
٤-١٤	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الرقة	١٢٧
٤-١٥	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة جرابلس	١٢٧

٤-١٦	معامل أمبرجيه في محطة الرقة	١٢٨
٤-١٧	قيمة معامل امبرجيه في بعض المحطات المختارة	١٢٨
٤-١٨	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة البوكمال	١٣٠
٤-١٩	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة دير الزور	١٣١
٤-٢٠	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الحسكة	١٣١
٤-٢١	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة جرابلس	١٣٢
٤-٢٢	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة القامشلي	١٣٢
٤-٢٣	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الرقة	١٣٣
٤-٢٤	قيمة معامل إيفانوف الفصلية في بعض محطات الإقليم	١٣٣

ثانياً – فهرس الجداول

رقم الجدول	الموضوع	رقم الصفحة
١	الموقع الجغرافي والفلكي لإقليم الدراسة	
١-١	**المحطات المستخدمة في البحث**	
١-٢	حدود العشريات وأوصافها	
١-٣	**فترة الجفاف وشدتها حسب قيم مؤشر الجفاف**	
١-٤	التصنيف المناخي حسب معادلة امبرجيه	
٢-١	**اختلاف معدلات الأمطار حسب درجات العرض**	
٢-٢	**عدد المنخفضات الجوية في منطقة البحر المتوسط ومناطق تشكّلها**	
٢-٣	مقارنة بين الرطوبة الجوية ومتوسط درجة الحرارة والهطول.	
٢-٤	**المتوسطات الشهرية لكمية الهطل ونسبتها من المتوسط السنوي ويحدد حالة الشهر من حيث الرطوبة والجفاف**	
٢-٥	**متوسط الهطل الفصلي ونسبته المئوية من المتوسط السنوي**	
٢-٦	**متوسط عدد أيام المطر الفصلي والسنوي في بعض المحطات المختارة**	
٢-٧	**النسب المئوية لعدد أيام المطر الفصلي من متوسط مجموع عدد أيام المطر السنوي في بعض المحطات المختارة**	
٢-٨	**المتوسط الشهري لمجموع عدد أيام المطر في بعض المحطات**	
٢-٩	**النسبة المئوية لعدد أيام المطر الشهري من متوسط مجموع عدد أيام المطر السنوي في بعض المحطات**	
٢-١٠	**غزارة الهطل في بعض المحطات المختارة**	
٢-١١	**متوسط عدد أيام المطر أكبر من ٥ مم في بعض المحطات**	
٢-١٢	**عدد الأيام التي هطل فيها أكبر من ١٠ مم**	
٣-١	متوسط كمية الأمطار السنوية و_____	
٣-٢	**المتوسطات السنوية والشهرية للأمطار والانحراف المعياري ومعاملات التغير**	
٣-٣	الخصائص الإحصائية للأمطار السنوية في بعض المحطات المدروسة	
٣-٤	الاتجاه العام (من الدرجة الأولى) للهطل في إقليم الجزيرة والفرات خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١– ٢٠١٠/٢٠١١	
٣-٥	**الاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) للهطل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١– ٠١٠/٢٠١١**	
٣-٦	**الاتجاه العام الأسي للهطل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١– ٢٠١٠/٢٠١١**	

٣-٧	الاتجاه العام اللوغارتمي للهطل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١- ٢٠١٠/٢٠١١	
٣-٨	متوسطات الهطل و احتمالات سقوط كمية تساوي المعدل	
٣-٩	احتمالات كميات الهطل واحتمال التجاوز وفترات الرجوع في محطات مختارة من إقليم الجزيرة والفرات	
٣-١٠	تصنيف العشريات وأوصافها حسب جيبس وماهر ١٩٦٧	
٣-١١	تصنيف العشريات لكميات الهطل خلال المواسم (١٩٨١/١٩٨٢-٢٠١٠/٢٠١١)	
٤-١	قيمة معامل ديمارتون الفصلية خلال فترة (١٩٦٠ – ٢٠١١) في بعض المحطات المختارة	
٤-٢	مصفوفة الارتباط لقيمة ديمارتون بين المحطات	
٤-٣	نوع المناخ السائد في المحطات المدروسة حسب تصنيف أمبرجيه	
٤-٤	عدد السنوات الأقل من المعدل والأعلى من المعدل	
٤-٥	يبين قيمة معامل امبرجيه خلال فترة (١٩٦٠ –٢٠١١) في بعض المحطات المختارة	
٤-٦	مصفوفة الارتباط لقيمة امبرجيه بين المحطات	
٤-٧	مصفوفة الارتباط لقيمة معاملي ديمارتون وأمبرجيه بين المحطات	
٤-٨	قيمة معامل إيفانوف الفصلية خلال الفترة (١٩٧٤-٢٠٠٥) في بعض محطات الإقليم	
٤-٩	فترة الجفاف وشدتها حسب قيم مؤشر الجفاف DI	
٤-١٠	النسب المئوية لتكرار الجفاف الشهري في بعض محطات الإقليم	
٤-١١	النسبة المئوية لتكرار الجفاف الفصلي تبعاً لحدته في بعض محطات الإقليم	
٤-١٢	قيم مؤشر الجفاف (لي) لمجموع كميات الأمطار الفصلية	

ثالثاً – فهرس الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
١	الموقع الجغرافي لإقليم الجزيرة والفرات في سورية	
١-١	حدود الإقليم والمحطات المستخدمة في البحث	
٢-١	موقع الإقليم في الجمهورية العربية السورية	
٢-٢	تدرج كمية الأمطار بالتزايد من الجنوب للشمال	
٢-٣	معالم سطح الأرض في إقليم الجزيرة والفرات	
٢-٤	توزع متوسط كمية الهطول السنوية / مم	
٢-٥	متوسط قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في أثناء فصل الصيف (١٩٤٨-٢٠١٠)	
٢-٦	متوسط قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في أثناء فصل الشتاء (١٩٤٨-٢٠١٠)	
٢-٧	متوسط قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في أثناء فصلي الربيع والخريف (٢٠١٠-١٩٤٨)	
٢-٨	يوضح واردات الرياح السنوية في إقليم الدراسة	
٢-٩	متوسط سرعة الرياح على ارتفاع (٢٠٠ ملليبار) في شهر كانون الثاني ٢٠١٠	
٢-١٠	متوسط سرعة الرياح على ارتفاع (٢٠٠ ملليبار) في شهر تموز ٢٠١٠	
٢-١١	يوضح مسارات المنخفضات الجوية فوق البحر المتوسط والمتوسط السنوي لتكرارها	
٢-١٢	يوضح سير الكتل الهوائية فوق حوض البحر المتوسط	
٢-١٣	توزع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في الإقليم	
٢-١٤	متوسط الرطوبة النسبية الشهرية في محطات الجزيرة السورية.	
٢-١٥	توزع متوسط كمية الهطول السنوية / مم	
٢-١٦	توزع متوسط كمية الهطول في كانون الثاني / مم	
٢-١٧	توزع متوسط كمية الهطول في شباط / مم	
٢-١٨	توزع متوسط كمية الهطول في آذار /مم	

٢-١٩	توزع متوسط كمية الهطول في نيسان / مم	
٢-٢٠	توزع متوسط كمية الهطول في أيار / مم	
٢-٢١	توزع متوسط كمية الهطول في تشرين ١ / مم	
٢-٢٢	توزع متوسط كمية الهطول في تشرين٢ / مم	
٢-٢٣	توزع متوسط كمية الهطول في كانون ١ / مم	
٢-٢٤	التوزيع الشهري للهطل في محطة جرابلس خلال فترة الرصد	
٢-٢٥	التوزيع الشهري للهطل في محطة القامشلي خلال فترة الرصد	
٢-٢٦	التوزيع الشهري للهطل في محطة الحسكة خلال فترة الرصد	
٢-٢٧	التوزيع الشهري للهطل في محطة الرقة خلال فترة الرصد	
٢-٢٨	التوزيع الشهري للهطل في محطة دير الزور خلال فترة الرصد	
٢-٢٩	التوزيع الشهري للهطل في محطة البوكمال خلال فترة الرصد	
٢-٣٠	التوزيع الفصلي للهطل في محطات الإقليم خلال فترة الرصد	
٢-٣١	التوزع النسبي لكمية الأمطار الفصلية في محطات الدراسة	
٢-٣٢	توزع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية	
٢-٣٣	المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة عندما كان الهطول أكبر من /١/ مم	
٢-٣٤	توزع متوسط كمية الهطل السنوية / مم	
٢-٣٥	المتوسط الفصلي لعدد أيام المطر في محطات مختارة من إقليم الدراسة.	
٢-٣٦	النسب المئوية لعدد أيام المطر من المتوسط السنوي لها في محطات مختارة	
٢-٣٧	المتوسط الشهري لعدد أيام المطر في محطات مختارة	
٢-٣٨	متوسط كميات الهطل السنوية وعدد أيام المطر في بعض المحطات	
٢-٣٩	متوسط عدد أيام المطر أكبر من ٥ مم في بعض المحطات	
٢-٤٠	متوسط عدد أيام المطر أكبر من ١٠ مم في بعض المحطات	
٢-٤١	متوسط عدد أيام المطر أكبر من٥ مم وأكبر من ١٠ مم في بعض المحطات	
٣-١	تباين كمية الأمطار خلال فترة الدراسة في بعض المحطات المدروسة	
٣-٢	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة البوكمال	
٣-٣	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة الحسكة	
٣-٤	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة القامشلي	
٣-٥	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة جرابلس	

٣-٦	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة دير الزور	
٣-٧	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة الرقة	
٣-٨	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة البوكمال	
٣-٩	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الحسكة	
٣-١٠	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة القامشلي	
٣-١١	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة جرابلس	
٣-١٢	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة دير الزور	
٣-١٤	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الرقة	
٣-١٥	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة البوكمال	
٣-١٦	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة الحسكة	
٣-١٧	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة القامشلي	
٣-١٨	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة جرابلس	
٣-١٩	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة دير الزور	
٣-٢٠	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة الرقة	
٣-٢١	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة البوكمال	
٣-٢٢	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة الحسكة	
٣-٢٣	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة القامشلي	
٣-٢٤	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة جرابلس	
٣-٢٤	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة دير الزور	
٣-٢٥	تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة الرقة	
٣-٢٦	المتوسطات المتحركة لكميات الهطل السنوية في بعض المحطات	
٤-١	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة البوكمال	
٤-٢	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة دير الزور	
٤-٣	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة الحسكة	
٤-٤	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة القامشلي	

٤-٥	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة الرقة	
٤-٦	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة جرابلس	
٤-٧	قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام خلال فترة (٢٠١١-٢٠٠٠)في محطة الرقة	
٤-٨	قيمة معامل ديمارتون خلال فترة (١٩٦٠ -٢٠١١) في بعض المحطات المختارة	
٤-٩	نوع المناخ السائد في محطات الإقليم حسب مخطط أمبرجيه	
٤-١٠	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة البوكمال	
٤-١١	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة البوكمال	
٤-١٢	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة الحسكة	
٤-١٣	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة (١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة القامشلي	
٤-١٤	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة الرقة	
٤-١٥	قيمة معامل امبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ – ٢٠١١) في محطة جرابلس	
٤-١٦	معامل أمبرجيه خلال فترة (٢٠٠٠ -٢٠١١) في محطة الرقه	
٤-١٧	قيمة معامل امبرجيه خلال فترة (١٩٦٠ -٢٠١١) في بعض المحطات المختارة	
٤-١٨	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٧٤-٢٠٠٥) في محطة البوكمال	
٤-١٩	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٧٤-٢٠٠٥) في محطة دير الزور	
٤-٢٠	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٧٤-٢٠٠٥) في محطة الحسكة	
٤-٢١	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٧٤-	

	٢٠٠٥) في محطة جرابلس	
٤-٢٢	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٧٤-٢٠٠٥) في محطة القامشلي	
٤-٢٣	قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٧٤-٢٠٠٥) في محطة الرقة	
٤-٢٤	قيمة معامل إيفانوف الفصلية خلال الفترة (١٩٧٤ -٢٠٠٥) في بعض محطات الإقليم	
٤-٢٥	مقارنة	

المقدمة

تمهيد

١- أهمية البحث

٢- أهداف البحث

٣- الواقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

٤- مشكلة البحث

٥- فرضية البحث

٦- أدوات البحث

٧- مراحل البحث

٨- منهجية البحث

٩- محاور البحث ومراحل تنفيذه

١٠- صعوبات البحث

١١- الدراسات السابقة

المقدمة

تمهيد:

تعاني الدراسات الجغرافية بشكل عام نقصاً كبيراً في مادتها العلمية في الجمهورية العربية السورية، وتعد الدراسات المناخية على رأس قائمة التخصصات التي تحتاج إلى المزيد من الدراسات والبحوث، وخاصةً المناخ التطبيقي الذي يعد دعامةً مهمة في مجال التخطيط الزراعي بشكل خاص، وفي الدراسات المتعلقة بالموارد المائية وإدارتها السليمة بشكل عام.

وتعد دراسة توزيعات الهطل وفاعليتها من الدراسات المهمة في المناطق ذات المناخات الجافة وشبه الجافة ذات الحاجة الماسة للمياه ، كإقليم الجزيرة والفرات ، حيث إن دراسة فعالية الهطل وتكرار نوبات الجفاف، والتخطيط للاستفادة من مياه الأمطار قدر الإمكان، وتخفيف آثار الجفاف من الدراسات التي يجب أن تعطى أولوية في الإقليم الذي يعتمد اعتماداً كبيراً على الزراعة (البعلية والمروية) التي تعاني من تواتر موجات الجفاف ، وخاصة في العقد الأخير.

وقد تناول البحث موضوع تحليلات كميات الهطل وتواتر موجات الجفاف وحدتها، من خلال خطة بحث تساير الأساليب الحديثة في البحوث الجغرافية وتتناسب مع طبيعة الموضوع .

أصبح الجفاف بوصفه أحد المخاطر الطبيعية موضوعا لكثير من الدراسات التي أجراها علماء من تخصصات ومهن شتى. ومن ثم اختلفت تعريفات الجفاف وفقا لطبيعة الاحتياجات من الماء أو الرطوبة، وقد اقترحت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) تعريفين للجفاف:

- تخلف المطر عن السقوط أو سوء توزيعه لفترة طويلة.
- فترة يسودها طقس جاف بدرجة غير عادية وتطول بما يكفي لكي يتسبب نقص الأمطار في اختلال هيدرولوجي خطير. (www.fao.org/docrep/meeting/004/Y6067A.htm)

١ - أهمية البحث:

لعل دراسة الأحوال المناخية لأية بقعة من أهم الأولويات في عمليات التخطيط السليم، وذلك لأهمية الأحوال المناخية بشكل عام وعنصر الهطل بشكل خاص في إقليم الجزيرة والفرات ، ولما عانى وزال يعاني منه الإقليم من تكرار حالات الجفاف، تأتي أهمية هذه الدراسة خاصة بعد أن نالت الدراسات المشابهة اهتماماً كبيراً من الباحثين في مختلف أنحاء العالم، في حين أن الدراسات الطبيعية وخاصة المناخية في إقليم الجزيرة والفرات لم تحظ بالاهتمام الذي يوازي أهمية هذا الإقليم من الناحية الزراعية وما يعانيه من موجات جفاف متكررة ، بغية وضع حلول تخفف من وطأتها وتسهم في تنمية الإقليم ، وتحد من الهجرة إلى خارجه.

٢ - أهداف البحث :

تسعى هذه الدراسة لتحقيق الأهداف الآتية:

١- معرفة العوامل الطبيعية المؤثرة في توزيع الهطل في إقليم الجزيرة والفرات.

٢- معرفة خصائص توزيع كميات الهطل زماناً ومكاناً للتعرف على أفضل السبل لاستثمارها.

٣- معرفة الاتجاه العام لكميات الهطل ي أثناء فترة التسجيلات الرصدية.

٤- حساب القيمة الفعلية للهطل .

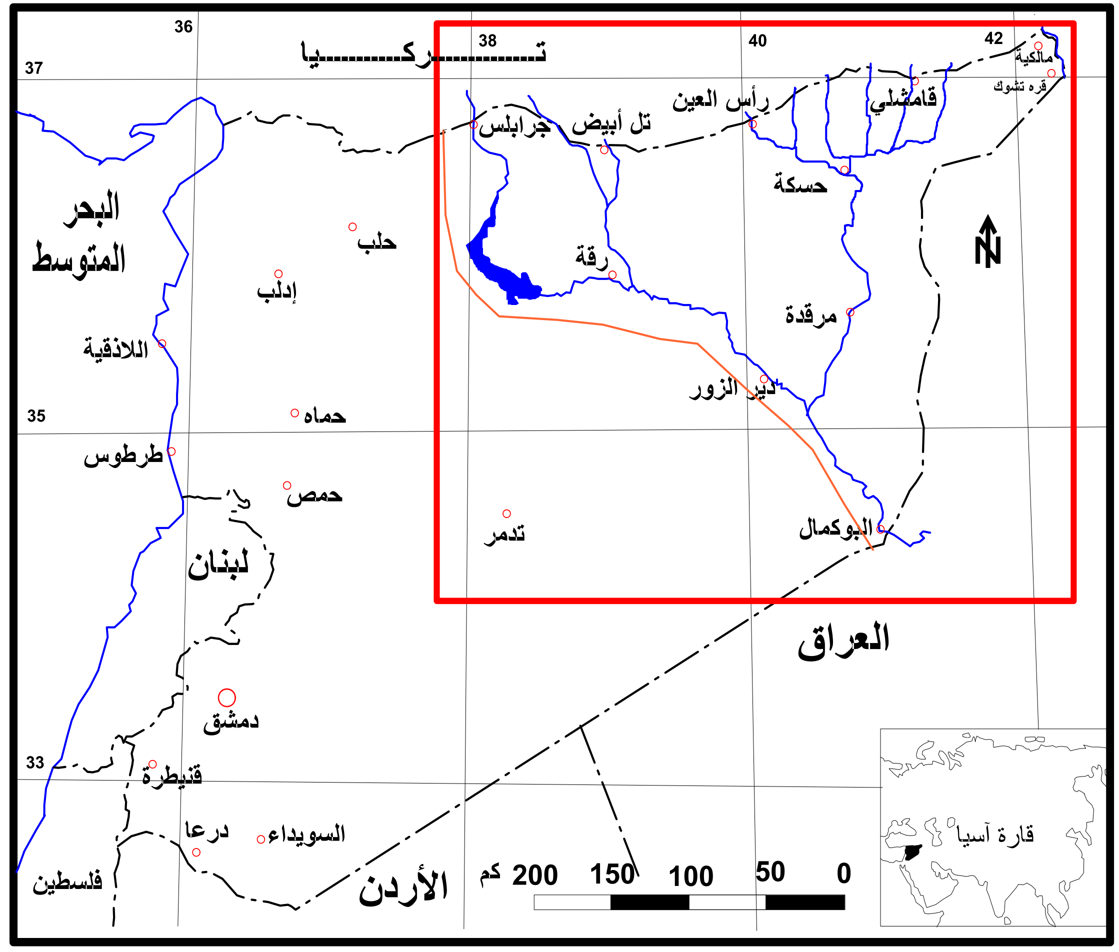
٥- تحديد نوبات الجفاف وتكراريتها واتجاهها العام في الإقليم، ووضع الحلول المناسبة للتخفيف من تلك الآثار.

٣ - الواقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

يقع إقليم الجزيرة والفرات السوري في الجزء الشمالي الشرقي من الجمهورية العربية السورية بين نهر دجلة والحدود السورية- العراقية شرقاً، ونهر الفرات من الغرب والجنوب والحدود السورية – التركية شمالاً. فهو بذلك يمتد بين درجتي عرض ٣٤،٢٤َ و ٣٧،٢٠َ شمال خط الاستواء ، وبين خطي طول ٣٨ و ٤٢،٢٤َ شرق غرينتش ويأخذ شكل مثلث قاعدته في الشمال ورأسه في الجنوب مع عرض أقصى قدره ٣٦٠ كم وأقصى طول له ٣٨٠كم.

وأرض الإقليم منبسطة سهلية ينحدر سطحه بمقدار / ١-٢/ درجة باتجاه الفرات ويقسم إلى ثلاث وحدات جغرافية هي الجزيرة العليا في الشمال، والجزيرة السفلى في الجنوب ويفصل بينهما العارض الجبلي (سنجار – عبد العزيز – طوال العبا) (عبد السلام، ١٩٩٠) كما تبين الخريطة رقم (١).

تبلغ مساحته ٥١،٠٠٠ كم٢ منها حوالي ١٤٥٠٠ كم٢ مساحة الجزيرة العليا، و ٣٠،٥٠٠ كم٢ مساحة الجزيرة السفلى، و ٦٠٠٠ كم٢ مساحة وادي الفرات ويتراوح ارتفاعه عن سطح البحر بين ٢٠٠-٥٥٠م (عبد السلام ، ١٩٩٠).



الشكل رقم (١) يبين الموقع الجغرافي لإقليم الجزيرة والفرات في سورية

٤ - مشكلة البحث:

لقد تم تحديد مشكلة البحث في ضوء موضوع الدراسة وأهدافها، حيث تعاني منطقة الدراسة من حدوث حالات جفاف باتت تتكرر أكثر وضوحاً وشدةً خلال العقدين الماضيين، الأمر الذي نجم عنه مشكلات اقتصادية واجتماعية كثيرة، الأمر الذي يستوجب دراسة ظاهرة الجفاف التي هي نتيجة لقلة كميات الهطل عن معدلاتها في منطقة الدراسة.

٥ - فرضية البحث:

نظراً إلى أهمية عنصر الهطل تناول البحث دراسة تغيراته بشكل مفصل، وهنا نضع الفرضيات الآتية:

- ليس هناك دورية ثابتة للتغيرات المطرية في إقليم الدراسة.
- الأمطار تتجه نحو التناقص خلال العقود الثلاثة الأخيرة.
- فصلية الرطوبة وما يترتب عليها من وجود عجز مائي يؤثر سلباً في الإنتاج الزراعي.
- ارتفاع معدلات درجة الحرارة وما ينجم عن ذلك من زيادة كميات التبخر –نتح وبالتالي قلة فعالية الهطل.

- زيادة نوبات الجفاف.

٦ - أدوات البحث:

اتبعتُ أساليب عديدة في معالجة البيانات المناخية التي تم الحصول عليها لجميع محطات الرصد المناخي في منطقة الدراسة، وتحليلها إحصائياً، ودراسة العلاقات فيما بينها وفقاً لطبيعة البيانات، حيثُ استُخدِمَتْ البرامج الإحصائية، لتطبيق بعض الأساليب الإحصائية المتقدمة مثل:

- برنامج EXCEL لتنسيق الجداول، ورسم المنحنيات البيانية وخطوط الاتجاه وإخراج النتائج.
- برنامج Surfer 9 لرسم الخرائط.
- تم الرجوع إلى الخرائط الطبوغرافية ١١٢٠٠,٠٠٠٠ واعتمادها كخريطة صماء للإقليم وتطبيق الخرائط المناخية عليها من خطوط تساوي الحرارة، والأمطار والرطوبة، والتبخر، وخرائط الموازنة المائية.

٧ - مراحل البحث:

١- **مرحلة القراءة العامة والمتخصصة في الجغرافية المناخية**، حيث تم الاطلاع على أساليب البحث و النتائج التي توصل إليها الباحثون من بعض الكتب و المقالات العلمية في الجغرافيا الطبيعية و المناخية، وكان بعضها باللغة العربية والبعض الآخر باللغة الإنكليزية.

٢- **مرحلة جمع المادة العلمية لعناصر المناخ كافة** والتي تشكل القاعدة الأساسية في مجال البحث فقد شملت هذه المعلومات بيانات منشورة، و تقارير علمية، و سجلات مناخية تم الحصول عليها من مديرية الأرصاد الجوية في سورية.

٣- **مرحلة تنسيق البيانات وتحليلها**، حيث استخدمت عناصر المناخ المختلفة في تحديد درجات الجفاف من خلال مجموعة من القرائن التي توصل إليها مجموعة من العلماء، واستخراج القيم الكمية لهذه القرائن، فأدخلت البيانات إلى الحاسب الآلي و تمت معالجتها إحصائياً و رسمها على شكل خرائط و أشكال بيانية وفقاً لمتطلبات البحث.

٤- **مرحلة الكتابة و مراجعة لبحث**، وفي هذه المرحلة قمت بمراجعة كل ما سبق من مسودات وأوراق بحث، و تحليل للبيانات وأعدت صياغتها بشكل نهائي، وذلك بعد مراجعتها من قبل الأستاذين المشرِفَين على البحث.

٨- منهجية البحث :

- استخدم في البحث المنهج العلمي بشقيه الاستقرائي والاستنتاجي اللذين ساعداني كثيراً في الوصول إلى الغاية من بحثي ومحاولة الإجابة عن فرضياته، حيث يقوم المنهج على تتبع وتقصي الظاهرة للوصول إلى نتيجة، وقد تم اختيار عينة (البيانات المتاحة) وتحليلها للوصول إلى النتائج المرجوة وتعميمها.

- بالإضافة إلى الاعتماد على الأسلوب الإحصائي في تحليل البيانات، والاستعانة بالكثير من وسائل البحث وأدواته كالجداول والخرائط وبرامج الحاسوب التي ساعدت في عملية التحليل ورسم الخرائط والأشكال البيانية.

٩- **محاور البحث**:

ولقد تم تقسيم الدراسة إلى أربعة فصول رئيسة، تسبقها مقدمة وتليها خاتمة، حيث تضمنت المقدمة أهمية الدراسة ومبرراتها، والدراسات السابقة المتعلقة بموضوع الدراسة، وتساؤلات الدراسة، وحدود المنطقة المدروسة ،وأهداف الدراسة ،والمنهج والأساليب المتبعة في كل ذلك.

وخصص **الفصل الأول** لعرض طرق البحث ووسائله، فقد تم عرض المعادلات والمقاييس الإحصائية المستخدمة في معالجة البيانات وشرح المصطلحات المستخدمة فيه.

بينما ضم **الفصل الثاني** دراسةً للعوامل الطبيعية المؤثرة في توزيع الهطل في الإقليم وهي الموقع الفلكي والجغرافي، وطبيعة التضاريس، وللعوامل المناخية كالضغط والرياح والتيارات النفاثة والمنخفضات الجوية والرطوبة. وبعد دراسة العوامل المؤثرة تمت دراسة توزع الهطل في الإقليم على المحورين الزمني والمكاني، ثم دراسة الأيام المطيرة وتوزعها وكثافة الهطل وشدته.

أما **الفصل الثالث** فقد خصص لدراسة تغيرات الهطل في الإقليم بدراسة الخصائص العامة لتغير معدلات الهطل وتذبذباتها من عام لآخر، وقيم الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف ، ثم دراسة الاتجاه العام للهطل باستخدام معادلات الاتجاه من الدرجتين الأولى والثالثة، ومعادلة الانحدار الأسي واللوغارتمي، والمقارنة بين تلك النتائج لبيان الأفضل منها ، ثم تمت دراسة احتمالات الهطل بطريقة التوزيع التراكمي النسبي، ثم تحديد العشريات ودراسة موقع المتوسط من تلك العشريات .

بينما خصص **الفصل الرابع** لدراسة الجفاف في الإقليم حيث تم تطبيق قرائن عدة لبيان القيمة الفعلية للهطل إذ تم تطبيق قرائن (ديمارتون ، أمبرجيه، إيفانوف) لتحديد السنوات الرطبة، والسنوات الجافة، والسنوات شبه الرطبة، والسنوات شبه الجافة .

كما تم حساب مؤشر (لي) لبيان الجفاف وتقدير شدته حسب الفصول ولفترات مختلفة (شهر – ثلاثة أشهر – ستة أشهر) ، كما تم حساب قيم التبخر_ النتح الكامن كخطوة أولى لدراسة مؤشر القحولة (دليل الجفاف) الذي وضعته الأمم المتحدة عام ١٩٩٧، حيث تم حساب المؤشر المذكور خلال فترة الدراسة ، كما تمت دراسة الفصول التي عانت من فترات الجفاف.

ثم انتهت الدراسة بالخاتمة التي تضمنت النتائج مع أهم المقترحات الخاصة بالمنطقة من حيث المجالات المناخية وغيرها .

١٠- **صعوبات البحث**:

واجهت الطالبة في أثناء إنجاز هذا البحث صعوبات عدة أثرت بشكل أو بآخر على سير العمل وفترة إنجازه ،من أهمها:

١- صعوبة الحصول على البيانات المناخية، الأمر الذي تطلب كثيراً من الجهد والوقت، وقد تم التغلب على ذلك بالاستعانة بالأساتذة المتخصصين، في الجامعات السورية في أقسام الجغرافية والزراعة ، وبخبرة الأستاذين المُشرِفَين.

٢- التعلم على برامج الحاسب الآلي ، حيث تم إتقان البرامج (Excel, Surfer9) لخدمة البحث، مما تطلب مزيداً من الجهد والوقت.

٣- قلة الدراسات المتصلة بموضوع الدراسة في إقليم الجزيرة والفرات ، ما استدعى اللجوء إلى دراسات أجنبية مشابهة لمناطق مختلفة من العالم، وهذا يحتاج إلى جهدٍ كبيرٍ سواء ، في مجالات الحصول على البحوث أو في مجالات ترجمتها والإفادة من طرائقها ونتائجها.

١١ - الدراسات السابقة:

تعد الأمطار من أقدم العناصر المناخية التي استقطبت اهتمام الباحثين ، ومن أكثر العناصر المناخية التي اهتم بها ودرسها الباحثون في سورية بل في العالم كله، وذلك لسهولة التعامل مع البيانات المطرية من جهة، ولارتباطها بحياة الناس واقتصاد البلاد من جهة أخرى، وقد ظهر العديد من الدراسات التي تناولت عنصر المطر في سورية وفي البلدان المجاورة في النصف الثاني من القرن العشرين ، حيث تمت دراسة عنصر المطر إما في دولة معينة ، أو في منطقة البحر المتوسط ، أو في إقليم من الأقاليم ، أو بتحليل بيانات الأمطار لمحطة من المحطات أو مجموعة منها.

ففي سورية مثلاً تمت دراسة **عنصر المطر** في العديد من الدراسات من أهمها:

١- أعد **علي موسى** (١٩٧٩) : دراسة بعنوان (**تغير الأمطار في سورية**) تناول فيها العوامل المحلية التي تتحكم في توزيع كمية الأمطار السنوية في سورية ، متمثلة بالموقع والتضاريس والبعد والقرب عن البحر، كما تناول أثر حركة المنخفضات الجوية والكتل الهوائية على مناخ سورية ، ومن ثم دراسة الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف لبعض المحطات في سورية ، حيث أكدت الدراسة على وجود فترات زمنية غزيرة الأمطار وأخرى قليلة الأمطار ولكن هذه الفترات غير منظمة .

٢ –أعد **ماجد النحلاوي** (١٩٨٢): دراسة بعنوان (**دراسة الأمطار كمؤثر رئيسي لتوقعات الجفاف في الجمهورية العربية السورية**) حيث تناولت دراسة كميات الأمطار للفصول الثلاثة (٧٧ – ١٩٧٨) ، (٧٨-٧٩) ، (١٩٧٩-١٩٨٠) ، ولاحظت التباين الكبير في كمية الأمطار للفصلين(١٩٧٩-٧٨) ، (١٩٨٠-٧٩) ، في الفصل الأول عانت البلاد من شح مطري واضح

حيث كانت كمية الأمطار أدنى من المتوسط الفصلي في جميع أنحاء سورية ، وقد انتهت الدراسة إلى رسم خرائط الاحتمالات لكمية الأمطار في سورية.

٣- **أعد نعمان شحادة** (١٩٨٥): دراسة بعنوان (**فصلية الأمطار في الحوض الشرقي لحوض البحر المتوسط وآسيا العربية**). حيث استخدم في هذه الدراسة أسلوب المتجهات الرياضية للتمييز بين أنماط فصلية الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وآسيا العربية، وقد تبين وجود عدة أنماط لموعد التركز المطري، تتراوح بين (كانون٢ وآذار) ، وقد لاحظت الدراسة تأخر موعد التركز المطري في بلاد الشام بالاتجاه من الغرب إلى الشرق.

٤- أعد **علي موسى** (١٩٨٨) : دراسة بعنوان (**الاتجاه العام للأمطار والحرارة في سورية خلال** فترة **التسجيلات الرصدية**) ، وقد أشار إلى وجود وجهة عامة للتناقص المطري في سورية ، وإلى وجود دورة مدتها ٢٥-٣٠ سنة في أمطار سورية.

٥- رسالة الدكتوراه التي أعدها **جهاد الشاعر** ١٩٨٩ بعنوان (**الظروف المناخية وعلاقتها بتقدير الحاجة المائية للزراعة في الجزيرة ووادي الفرات**) حيث تناول فيها دراسة التبخر النتح وطرق قياسه وطرق تقدير التبخر النتح الفعلي ، وبين أهمية ترشيد استخدام المياه في إقليم الجزيرة والفرات، وأجرى تجارب حقلية لقياس التبخر النتح الحاصل من المحاصيل الزراعية الرئيسة باستخدام معادلة الموازنة المائية في التربة، كما اختبر دقة أهم العلاقات المناخية المستخدمة في تقدير التبخر النتح الكامن من موازنتها مع القيم المقيسة خلال الفصول المختلفة، ووجد أن استخدام علاقة بنمان على أساس معامل التعديل المشتق في سورية يعطي أفضل النتائج وأقربها إلى القيم المقيسة ، وأجرى أيضاً قياسات لكمية الاستهلاك المائي الفعلي للمحاصيل الرئيسة ؟(القمح ، الشعير ، القطن ، فول الصويا ، فصة) واشتق قيم معامل الاستهلاك المائي لهذه المحاصيل في أطوار النمو المختلفة ، ورسم خرائط لمعدل التبخر النتح الكامن السنوي والفصلي وخريطة لعدل كمية الهطول السنوية والفصلية وخرائط الموازنة المائية والسنوية والفصلية للإقليم.

٦- أعد **نادر صيام** (١٩٩٥): دراسة بعنوان (**اتجاهات الأمطار في بعض المواقع في سورية – دراسة إحصائية**) تناول فيها الطرق التي تستخدم تحديد خط الاتجاه العام وأكد أن علاقة خط انحدار الخط المستقيم أفضل وأدق، الطرق التي تمكن من اشتقاق اتجاه واضح ، ويمكن إخضاعه لعدة فحوص إحصائية للأهمية، وقد لاحظت الدراسة وجود اتجاهات مطرية ضعيفة متزايدة في (٦) محطات، ومتناقصة في (١٤) محطة وأكدت الدراسة انعدام العلاقة بين الأمطار والزمن، وعدم وجود اتجاه واضح متناقص أو متزايد، وعلى أن الاتجاهات الملاحظة ناتجة عن عامل الصدفة وذلك ناتج عن الطبيعة العشوائية للأمطار.

٧- رسالة الماجستير التي أعدها **فواز الموسى** (١٩٩٩) بعنوان(**الأمطار في سورية**) تناول فيها العوامل المؤثرة على توزيع الأمطار في سورية ومن ثم توزع كمية الأمطار والأيام المطيرة، وتركز

المطر، وقسّم سورية إلى أقاليم مناخية مطرية ، ودرس بعد ذلك الخصائص العامة لتغيرات المطر في سورية خلال الفترة المعاصرة واتجاه التغير وتفسيره ومن ثم احتمالات الأمطار ، ودراسة القيمة الفعليّة للمطر والموازنة المائية ومن ثم بيّن أثر الأمطار على الزراعة في سورية، وحدد أقاليم الزراعة المطرية.

٨- رسالة الدكتوراه التي أعدها **فواز الموسى** (٢٠٠٢) بعنوان (**الخصائص المناخية للحرارة والأمطار في منطقة شرقي البحر المتوسط**) حيث تناول فيها العوامل المؤثرة على الأمطار والحرارة في هذه المنطقة، ومن ثم درس توزيع الحرارة والأمطار في هذه المنطقة، وتغيراتهما واتجاه التغير العام وأسبابه، ومن ثم قام بدراسة أثر كل من الحرارة والأمطار على الزراعة في سورية.

٩- دراسة: **غانم** ، **علي أحمد** (٢٠٠٦): بعنوان: أحوال الطقس المصاحبة لأجف السنوات وأرطبها في الأردن – فصل الشتاء (٢٠٠٠-١٩٦١)، تم تحليل بيانات الأمطار ودرجة الحرارة و سرعة الرياح واتجاهها وخرائط الطقس.للتعرف على الأحوال الجوية خلال الفترات الجافة والرطبة في الأردن.، وقد وجد أن التغيرات الجوية التي حدثت خلال الفترات الرطبة بالمقارنة مع الفترات الجافة تمثلت في انخفاض درجات الحرارة، وانخفاض قيم ارتفاع الضغط على مستويات 700, 850, 500) مللبيار بالإضافة إلى تزايد سرعة الرياح في جميع المستويات.

١٠- **أعد فواز الموسى وعبد الكريم حليمة** (٢٠٠٩): دراسة بعنوان(**احتمالات الهطل في إقليم الساحل السوري**) حيث تمت دراسة توزيع الهطل وتغيراته في إقليم الساحل والجبال الساحلية، كما تمت دراسة احتمالات الهطل بطريقة التوزيع التراكمي النسبي وطريقة العشريات وتم التوصل إلى معادلة تبين منها العلاقة بين كمية الهطل والارتفاع ، كما تبين أن متوسطات الهطل تقع في الحدود العليا للأمطار العادية .

١١- **رسالة** الماجستير التي أعدتها **رؤى ناشد** (٢٠١٠): **(التغيرات الزمنية للأمطار في سورية)** تناولت دراسة العوامل المؤثرة على الأمطار في سورية من حيث توزع الأمطار المكاني وتركزها الزماني، ودرست دورية الأمطار السنوية والفصلية في سورية، معتمدةً على المتوسطات المتحركة الخماسية وتذبذبها عن المعدل العام للأمطار في سورية. ومن دراسة التفسيرات المطروحة للتغيرات الزمنية للأمطار في سورية من خلال استخدام معامل ارتباط بيرسون بين معدل الأمطار السنوي العام في سورية وكلاً من (معدل البقع الشمسية السنوي – قرينة النينو السنوية – معدل CO_2 السنوي العالمي – قرينة DVI العالمية السنوية (قرينة خاصة بالملوثات الجوية البركانية)– ذبذبة شمالي الأطلسي NAO).

١٢- رسالة الماجستير التي أعدها **أمين إسكندر**(٢٠١٠): بعنوان (**تحليلات الهطل في حوض العاصي وسبل استثمارها**) حيث قام بدراسة المظاهر الجغرافية لحوض العاصي وخصائص الهطل الحاصل عليه، ومن ثم توضيح التباين الزماني والمكاني للهطل باستخدام الطرق الإحصائية

المناسبة، وأعد خارطة على أساس معامل التباين صنف فيها الحوض المدروس إلى مجموعة مناطق تختلف فيها الثقة بالمعدل عند القيام بأي نشاط بشري ، وبيّنَ خطورةَ الاعتماد على المعدل في التخطيط والتنمية .

ويمكننا ذكر أهم الدراسات باللغة الأجنبية:

١- دراسة: (Wilhite, D.A., and M.H. Glantz, 1985): (مفاهيم ظاهرة الجفاف) تناولا فيها تعاريف الجفاف التي قالا، إنها تزيد عن ١٥٠ تعريف وخلصا إلى تحديد أربعة أنماط رئيسة هي: ميتيورولوجي، زراعي ،هيدرولوجي واقتصادي اجتماعي

٢- دراسة (Ben Parakoti and David Scott) عام (٢٠٠٣) بعنوان (قرائن الجفاف دراسة تطبيقية على جزر كوك "COOK ISLANDS") حيث تم تطبيق قرائن الجفاف المتمثلة بقرينة الأمطار المعيارية (Standardized Precipitation Index (SPI وطريقة عشريات الهطل: Rainfall deciles حيث تبين أن معظم معدلات الهطل في المحطات المستخدمة جاءت تحت العشرية الخامسة أي أنها لا تمثل واقع الهطل ، وقد أوصت الدراسة باستخدام العشريات في التخطيط لعمليات التخطيط والتنمية المتعلقة بالهطل واستخداماته.

٣- رسالة الدكتوراه التي أعدها: عبد الله المسند بعنوان " تغير المناخ واستخدام المياه للري في منطقة القصيم في المملكة العربية السعودية"، (Almisnid, Abdullah,2005)

٤- دراسة: (.Wilhite D. and Buchanan-Smith M., 2005): تناولا فيها الجفاف كخطر طبيعي فحددا تناول مفاهيم الجفاف وطبيعة آثاره الاجتماعية.

الفصل الأول
طرق البحث ووسائله

١-٢ المحطات المستخدمة

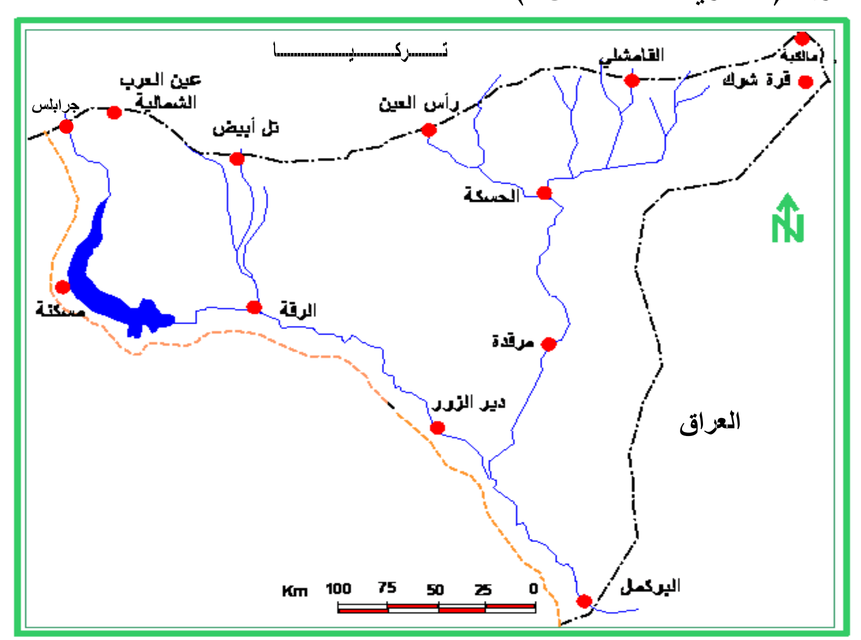
١-٣ معالجة البيانات والمعادلات المستخدمة

١-٣-١ المدى
١-٣-٢ الانحراف المعياري
١-٣-٣ معامل الاختلاف
١-٣-٤ المتوسطات المتحركة
١-٣-٥ معادلات الاتجاه العام
١-٣-٦ التوزيع التراكمي النسبي
١-٣-٧ تكرار العشريات
١-٣-٨ تحديد حالة الأشهر
١-٣-٩ علاقة ديمارتون
١-٣-١٠ علاقة إمبرجيه
١-٣-١١ مؤشر الجفاف (لي)
١-٤- مفهوم الجفاف ونوبات الجفاف

١-١: المحطات المستخدمة في البحث:

استخدمت في الدراسة بيانات المحطات المتوافرة لفترة طويلة ومستمرة من دون انقطاع ابتداءً من ١٩٦٠ حتى ٢٠١١ وهي موزعة توزيعاً جيداً في إقليم الدراسة يبينها الشكل (١-١) كما يبين الجدول رقم (١-١) أسماء المحطات وإحداثياتها.

وقد تم ترتيب البيانات وحساب المعدلات الفصلية أو الهيدرولوجية والتي تبدأ من شهر أيلول وتنتهي في شهر آب، بعد أن كانت مرتبة حسب السنة الميلادية، كي تتلاءم الحسابات مع نمو المحاصيل الشتوية (نحلاوي،١٩٨٢،ص٦)



الشكل رقم (١-١) يبين حدود الإقليم والمحطات المستخدمة في البحث

جدول رقم(١-١) يبين المحطات المستخدمة في البحث

المحطة	الارتفاع/ م	درجة العرض	خط الطول	فترة التسجيل
البوكمال	175	34 27	40 54	1960-2011
دير الزور	215	35 20	40 08	
جرابلس	351	36 49	38 00	
القامشلي	449	37 03 2	41 13	
الحسكة	307	36 30	40 42	
الرقة	246	35 53	39 02	
مالكيه	475	37 11	42 08	
قره شوك	475	37 03	42 14	
رأس العين	350	36 40	40 30	
تل أبيض	355	36 49	38 00	
مسكنة	350	36 01	38 05	
عين العرب الشمالية	510	36 54	38 21	
مرقدة	250	35 45	40 48	

المديرية العامة للأرصاد الجوية ، مديرية المناخ

١-٢: معالجة البيانات :

إن اهتمام الجغرافيين بالتطرفات المناخية جاء من كونها تتطلب التحسب والتخطيط للمواجهة سواءً في منسوب مياه الجداول والأنهار والآبار أو الحاجة إلى تهيئة مستلزمات معينة لمعالجة الحرائق أو الفيضانات أو آثار موجات الجفاف وغيرها من كوارث طبيعية بهدف تقليل الخسائر والتخطيط الزراعي السليم.

وقد استخدمت في الدراسة المقاييس الإحصائية الآتية:

١-٢-١: المدى :

هو الفرق بين أعلى قيمة وأدناها في مجموعة قيم المتغير ، ويستخدمه الجغرافيون بكثرة عند الوصف والتحليل للظواهر الطبيعية والبشرية تحليلها ، مثل : المدى الحراري لقياس القارية والتطرفات المناخية (شحادة، ١٩٩٧ ، ص١٦٨) .

١-٢-٢:الانحراف المعياري:

تم حساب الانحراف المعياري لمعرفة تذبذب كمية الأمطار الساقطة ، فهو قياسٌ إحصائي لانحراف القيم عن الوسط الحسابي ، ويعد من أهم مقاييس التشتت والانتشار ، وأكثرها استخداماً ويحسب بالمعادلة الآتية :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \overline{X})^2}{n-1}}$$

S: الانحراف المعياري . Σ : مجموع. X : كمية الأمطار السنوية .

$\overline{X}$: متوسط كمية الأمطار السنوية . n : عدد السنوات التي تم حساب المتوسط السنوي على أساسها .(دركزنلي،٢٠٠٤، ص٢١٩)

١-٢-٣: معامل الاختلاف:

ويحسب بقسمة قيمة الانحراف المعياري على قيمة المعدل ، وضرب النتيجة بمئة. وكلما كانت النسبة منخفضة دل ذلك على تكتل القيم حول معدلها وعدم تشتتها ، والعكس صحيح عندما تكون النسبة المئوية كبيرة فهي تؤشر على التشتت الكبير في القيم بعيداً عن معدلها. وقد تم حساب معامل الاختلاف من المعادلة الآتية :

$$Cv = \frac{S}{\overline{X}} 100$$

Cv : معامل الاختلاف، S: الانحراف المعياري . $\overline{X}$: متوسط كمية الأمطار السنوية (دركزنلي، ٢٠٠٤، ص٢٣٣)

نسبة التفاوت(التباين)= (كمية المطر السنوية في سنة معينة ÷ المتوسط السنوي للأمطار)× 100

- مقياس التباين = (أكبر مجموع مطر سنوي− أصغر مجموع مطر سنوي) ÷ متوسط المجموع السنوي
- نسبة التباين(هلمان) = أكبر مجموع سنوي ÷ أصغر مجموع سنوي

وقد وضع هلمان النسب على النحو الآتي: أقل من 2 مرضية جداً، بين (2-2,4) مرضية، بين (2,5-2,9) مرضية نوعاً ما، بين (3-3,9) غير مرضية، وبين (4-4,9) غير مرضية جداً (الموسى،١٩٩٩، ص ١٤٦).

١-٢-٤: المتوسطات المتحركة:

تم حساب المتوسط المتحرك الخماسي للبيانات : $\bar{x}_n$ وذلك بحساب المتوسط الحسابي لقيم الفئة الأولى (عدد عناصرها n وهي هنا 5) من البيانات الأولية (x1; x2; x3;…xn) ، وتوضع النتيجة مقابل القيمة الوسطى في الفئة، وتحسب القيمة الثانية للمتوسط المتحرك للفئة الثانية من البيانات الأولية، وذلك بحذف القيمة الأولى وإضافة القيمة n+1، وتوضع النتيجة عند القيمة الوسطى في هذه الفئة ، وهكذا حتى نهاية سلسلة البيانات، وقد تم حساب المتوسط المتحرك الخماسي للبيانات وفقاً للمعادلة الآتية :

$$\bar{x}_{n1} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5} \qquad \bar{x}_{n2} = \frac{x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6}{5}$$

١-٢-٥: معادلات الاتجاه العام

تم رسم الاتجاه العام لمنحني المتوسط المتحرك (درجة أولى ، ثالثة، أسي، لوغارتمي):

– معادلة خط الانحدار من الدرجة الأولى لها الصيغة: $Y = b + cx$

– معادلة الانحدار من الدرجة الثالثة لها الصيغة الآتية:

$$Y = b + c1 + c2x^2 + c3x^3$$

– معادلة الانحدار الأسية لها الصيغة: $Y = Ce^{bX}$

– معادلة الانحدار اللوغارتمية لها الصيغة: $\mathbf{y = c \ln x + b}$

Y : كمية المطر. (b, c, c1,c2, c3) : ثوابت المعادلة، X : الزمن، ln دالة لوغاريتم طبيعي.

(موسى ،١٩٨٧،ص ص٢٣٥-٢٣٧)

١-٢-٦: التوزيع التراكمي النسبي:

ترتب البيانات الفصلية للأمطار لثلاثين فصلاً ترتيباً متزايداً (تصاعدياً)، ويعطى لكل ترتيب رقم متسلسل (m) ، ويحسب التكرار المتراكم المقابل لكل كمية في الترتيب التصاعدي من تطبيق المعادلة الآتية $P = m / n +1$

P: الاحتمال التراكمي النسبي لكمية الأمطار الواقعة أمام الرتبة m.

وهو (نسبة احتمال عدم التجاوز) لسقوط كمية من المطر تساوي أو تقل كمية الأمطار عند الرتبة m.

m : رتبة كمية المطر في الترتيب التصاعدي.

n : عدد سنوات التسجيل.

احتمال التجاوز (T) من المعادلة : $T = 1- P$

T: نسبة احتمالية سقوط كمية من المطر تتجاوز القيمة الموجودة أمام الاحتمال (P).

فترة الرجوع من المعادلة التالية : $R P = 1 / (1 – P)$

R P : فترة الرجوع / بالسنين.(النحلاوي ، ١٩٨٢، ص٦) (الموسى وحليمة،٢٠٠٩)

تُستخدم طريقتا فترة الرجوع والاحتمالية للتعرف على تكرار سقوط كمية معينة من الأمطار، ففترة الرجوع هي المدة الزمنية بالسنين بين سقوط كمية معينة ،وسقوط كمية مماثلة لها أو أكبر منها، أما الاحتمالية فتشير إلى احتمال سقوط كمية معينة أو أصغر منها، أما احتمالية التجاوز فتشير إلى احتمال تجاوز سقوط كمية معينة من المطر في السنوات القادمة. ويمكن تقسيم الأمطار إلى:

أمطار أقل من عادية (وهي الكميات التي تقل نسبة تكرارها عن ٤٠%).

أمطار عادية (وهي الكميات المحصورة بين نسبة ٤٠% - ٦٠%).

أمطار فوق عادية (وهي الكميات التي تزيد نسب تكرارها على ٦٠%).(الموسى، ١٩٩٩،ص١٧٢)

١-٢-٧: تكرار العشريات:

قسّم جيبس (Gibbs, 1987) تكرار الأمطار إلى عشرة أقسام متساوية تدعى بالعشريات ، وأعطى لكل عشرية وصفاً واصطلاحاً حسب موقعها من المتوسط (الوسيط في هذه الحالة) كما يوضح الجدول (٢-١) ، وتُعدّ طريقة جيبس من أفضل الدراسات التي تتلاءم مع الظروف المناخية للمناطق الجافة وشبه الجافة. وللحصول على العشريات ترتب البيانات الفصلية ترتيباً متزايداً

(تصاعدياً) ، ويحسب التكرار المتراكم ويقسم إلى عشرة أقسام متساوية كل منها يساوي (١٠%) ويدعى بالعشرية، وتُعطَى للعشريات أرقام متسلسلة تبدأ من القيم الدنيا للتكرار، ويشار للعشرية بحدها الأعلى كما في الجدول (٢-١) ، وبذلك يتم الحصول على عشر عشريات يُعطَى لكل منها وصف واصطلاح حسب موقعها من المتوسط ، فحدود العشرية الخامسة مثلاً تقع بين (٤٠ – ٥٠%) والعشرية السابعة بين (٦٠ – ٧٠%) (النحلاوي ، ١٩٩١، ص٦٨)

جدول رقم (٢-١) يبين حدود العشريات وأوصافها

حدود العشرية	رقم العشرية	وصف العشرية
١ – ١٠%	الأولى	شحيحة
١٠ – ٢٠%	الثانية	أقل من المعدل بكثير
٢٠ – ٣٠%	الثالثة	أقل من المعدل
٣٠- ٤٠%	الرابعة	أقل من المعدل بقليل
٤٠- ٥٠%	الخامسة	حول المعدل
٥٠ – ٦٠%	السادسة	حول المعدل
٦٠ – ٧٠%	السابعة	أعلى من المعدل بقليل
٧٠ – ٨٠%	الثامنة	أعلى من المعدل
٨٠ – ٩٠%	التاسعة	أعلى من المعدل بكثير
٩٠ – ١٠٠%	العاشرة	أعلى من المعدل بكثير جداً

وبهذه الطريقة يكون توزيع كميات الأمطار الفصلية لكل محطة مؤلف من عشر فئات ، يشار إليها بحدها الأعلى تبدأ من العشرية الأولى (التي لا يزيد احتمال حدوثها على ١٠% من السنوات) وتنتهي بالعشرية العاشرة (وهي عبارة عن أعلى كمية أمطار سجلت خلال الفترة المدروسة) ، يضاف إليها القيمة الصغرى (أصغر كمية أمطار سجلت خلال الفترة) وتُعدّ الفصول التي تقع أمطارها في العشرية الأولى من أجف الفصول ، وتلك التي تقع أمطارها في العشرية العاشرة من أكثرها رطوبة ، أما الأمطار التي تقع في العشريتين الخامسة والسادسة فتُعدّ من الأمطار العادية (حول الوسيط) ، وبذلك يمكن دراسة تغيرات الأمطار الفصلية ومدى حيدانها ، بوضعها في العشرية المناسبة ذلك أن قيم العشريات تمتد من السنوات الأكثر جفافاً إلى السنوات الأكثر غزارة. (الموسى وحليمة ،٢٠٠٩)

١-٢-٨: تحديد حالة الأشهر:

تم تحديد حالة الأشهر الممطرة والانتقالية والجافة في محطات الإقليم حيث يُعدّ الشهر ممطر إذا كانت معدلاته أكثر من (١٠ %) من المتوسطات السنوية، و يُعدّ الشهرٌ جافاً إذا كانت معدلاته أقل

من (٥ %) من المتوسط السنوي، و يُعدّ الشهر انتقالياً إذا كانت معدلاته تتراوح بين (٥ – %١٠) من المتوسطات السنوية (الموسى، ١٩٩٩،ص٦٢).

١-٢-٩: علاقة ديمارتون :

تم استخدام المعادلة التي وضعها ديمارتون في عام ١٩٢٦ قرينة للجفاف اعتماداً على كمية الأمطار الهاطلة، وعلى درجة الحرارة يمكن من خلالها تحديد درجة الجفاف السنوية الفصلية والشهرية.

والقرينة السنوية كالآتي:

$$IA=P/T+10$$

حيث :

IA=قرينة الجفاف السنوية

P= كمية الأمطار السنوية(مم)

T= المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (مْ)

أما قرينة الجفاف الشهرية، فتصاغ على الشكل الآتي:

$$Ia =(\acute{}p/t+10)12$$

باعتبار:

´p= كمية المطر الشهرية(مم)

t= المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (مْ)

وفي عام ١٩٤٢ أجرى ديمارتون تعديلاً على قرينته السنوية لتصبح على الشكل الآتي:

$$IA=[(P/T+10)+(12\acute{}p/t+10)]/2$$

حيث :

´p= كمية المطر في أشد الأشهر جفافاً

t= متوسط درجة حرارة أحر الشهور.

ويكون المناخ جافاً(صحراوياً) إذا كانت القرينة دون (٥)

وشبه جاف إذا كانت بين (١٠-٥)

وشبه رطب بين (٢٠-١٠)

ورطباً بين (٣٠-٢٠)

ورطباً جداً فوق (٣٠).

(حبيب ، ١٩٨٩، ص٢١٠).

١-٢-١٠: علاقة أمبرجيه:

تم استخدام المعادلة التي وضعها العالم الفرنسي أمبرجيه لتحديد درجة فاعلية الأمطار، متخذةً الصور الآتية في آخر تعديل لها:

$$PTC = 2000P/ M1^2- M2^2$$

حيث: PTC =المعامل المطري الحراري

P =كمية المطر السنوية/مم

M1 =متوسط الحرارة العظمى لأحر شهر في السنة M2 =متوسط الحرارة الصغرى لأبرد شهر في السنة (بالكلفن).

وتصلح هذه العلاقة للتطبيق في حوض البحر المتوسط وفي ما شابه ظروفه. ويمكن اعتماداً عليها تمييز ثلاث درجات من الجفاف (جاف جداً، جاف، شبه جاف). بالإضافة إلى ثلاث حالات من الرطوبة (شبه رطب، رطب، رطب جداً).(عباس، ١٩٩٣، ص٤٩٢) .

والحدود الفاصلة بين المناخات السابقة هي منحنيات وليست أرقاماً مطلقة، ويتم تحديد الفواصل بين الأقاليم المناخية وفق الجدول الآتي :

جدول (٤-١) التصنيف المناخي حسب معادلة امبرجيه

نوع المناخ	قيمة معامل امبرجيه
فوق رطب	أكثر من ١٣٤
رطب	١٣٤- ٧٦
شبه رطب	٧٦-٤٩
شبه جاف علوي	٤٩-٣٥
شبه جاف سفلي	٣٥-٢٤
جاف علوي	٢٤-١٥
جاف سفلي	١٥-٨
فوق جاف علوي	٨-٤
فوق جاف متوسط	٤-١،٦
فوق جاف سفلي	أقل من ١،٦

وباستخدام معامل أمبرجيه مع متوسط درجة الحرارة الصغرى لأبرد شهر في السنة على مخطط أمبرجيه المناخي يتم تحديد نوع المناخ(الموسى ، ١٩٩٩، ص٢٢٠).

١-٢-١١: مؤشر الجفاف (لي)

تم حساب مؤشر الجفاف وتقدير شدته من تطبيق المعادلة الآتية:

$$DI = \left(\frac{P - p}{p}\right) \times 100$$

DI: مؤشر الجفاف **P**: كمية الهطول لفترة معينة

p : متوسط كمية الهطل لكامل لفترة المدروسة نفسها

(Li Kerang, 2009,p. 123)

وقد حسبت قيم DI لكل من الأشهر بدءاً من شهر تشرين الأول حتى شهر أيار ، وللفصول (خريف ، شتاء ، ربيع)

ولتقدير شدة الجفاف تم الاستناد على القيم السلبية لمؤشر الجفاف DI وطول الفترة الجافة التي تنزاح خلالها الأمطار إلى دون المعدل للفترة، وذلك حسب الجدول (٣-١):

الجدول رقم (٣-١) فترة الجفاف وشدتها حسب قيم مؤشر الجفاف DI

شدة الجفاف / الفترة	جفاف معتدل %	جفاف شديد %	جفاف متطرف %
شهر	أقل من -٨٠		
ثلاثة أشهر	-٢٦ إلى -٥٠	-٥١ إلى -٨٠	أقل من -٨٠
ستة أشهر وأكثر		(-١) إلى (٠)	-١ إلى -٢٥

(Li Kerang, 2009,p. 124)

١-٤- مفهوم الجفاف ونوبات الجفاف

يعد الجفاف صفة مركبة معقدة لا تمثل كمية الأمطار فيها سوى عنصر واحد من مجموعة تشمل الحرارة والرياح والنظام الفصلي بالإضافة إلى عوامل أخرى تتعلق بنوعية التربة والنبات ودرجة انحدار السطح. ويختلف علماء الأرصاد الجوية في تعريف الجفاف ، إذ تعرفه جمعية الأرصاد الجوية الأمريكية في معجم الكلمات الميتيورولوجية بأنه الفترة من الطقس الجاف غير العادي وهذه الفترة طويلة بحيث تؤدي إلى نقص الماء وتسبب خللاً كبيراً في الميزان المائي (الكيلاني، ٢٠٠٢، ص١٦) . ويعد الجفاف خطراً (HAZARD) وكارثةً (CATASTROFY) في الوقت نفسه ، خطراً لأنه حادثة طبيعية غير متوقعة الظهور ولكنها تتميز بالتكرار ، وكارثة لأن الجفاف يقابل نظام هطل غير مستقر ينجم عنه خلل في الأنظمة البيئية لها آثار كارثية على الإنسان وممتلكاته، وعلى جوانب البيئة المختلفة .

ويعرف الجفاف بشكل عام بأنه نقص الماء الكافي لتلبية الاحتياجات الضرورية ، هذا وتختلف تعاريف الجفاف بحسب القطاعات المتأثرة به وبحسب اختصاص الباحثين، وقد قدمت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية تعريفين له:

- الأول: تخلف المطر من السقوط أو سوء توزيعه لفترة طويلة.
- الثاني: فترة يسودها طقس جاف بدرجة غير عادية وتطول بما يكفي لكي تسبب نقصاً للأمطار في اختلال هيدرولوجي خطير (الفاو ، ٢٠٠٢).

وقد ورد في المادة (١) من اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر التعريف:" تعني كلمة الجفاف "الظاهرة الطبيعية التي تحدث عندما يكون المطر أدنى بدرجة محسوسة من مستوياته المسجلة وهي تتسبب بذلك في وقوع اختلال هيدرولوجية، تؤثر تأثيراً ضاراً على نظم إنتاج الموارد الأرضية"(الفاو .٢٠٠٢).

أنواع الجفاف :

يتميز الجفاف عن الظواهر الطبيعية الأخرى بعدة نواحٍ، أهمها:

١- تأثيرات الجفاف تتراكم ببطء خلال فترة طويلة من الزمن، وربما تستمر لعدة سنوات بعد انتهائه.

٢- غياب تعريف دقيق وشامل للجفاف أضاف تشويشاً حول حدوث الظاهرة وحدتها. مما يشكل عقبة أمام مراقبتها وإدارتها.(Wilhite and Vanyarkho.2000) (Wilhite, and Buchanan-Smith, 2005)

ونظراً لأن الجفاف يؤثر في مختلف القطاعات فقد تم تطوير عدد كبير من التعاريف ، وقد حلل (Wilhite, and Glantz 1985) أكثر من ١٥٠ تعريفاً للجفاف وخلصا إلى تحديد أربعة أنماط رئيسة هي: ميتيورولوجي، وزراعي ، وهيدرولوجي ، واقتصادي اجتماعي. وفيما يأتي دراسة كل منها بشيء من التفصيل:

١ – **الجفاف الميتيورولوجي :**

هو حصيلة تضافر جميع العناصر المناخية من هطل وحرارة وإشعاع وتبخر ونتح ورياح وغيرها حيث تؤدي إلى عدم توافر الماء بشكل كاف بسبب استمرار سقوط الهطل بكميات دون المتوسط لفترة من الزمن ، وقد عرفته الاتفاقية الدولية لمكافحة التصحر بأنه ظاهرة تحدث طبيعياً عندما ينخفض الهطول انخفاضاً ملحوظاً دون المستويات الطبيعية الأمر الذي يسبب اختلالاً هيدرولوجياً خطيراً يؤثر تأثيراً كبيراً على نظم الإنتاج.(جبور،٢٠٠٣، ص ص٣٠-٣١).

ويعبر عنه عادة بالمقارنة بين المعدل الطبيعي و طول الفترة الجافة، و يجب أن يعكس تعريف الجفاف الميتيورولوجي لمنطقة مناخية معينة الانحراف الخاص بهذه المنطقة وللفترة المدروسة (شهر، فصل ، عام هيدرولوجي) عن معدلها خلال فترة تزيد عن ٣٠ سنة، وعادة يترافق الجفاف الميتيورولوجي بظروف مساعدة على زيادة في سرعة الرياح.

((Glantz, 1994, Wilhite and Glantz, 1985))

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه من الصعب تحديد العجز في الهطول بدقة ، فالمعدلات الوسطية خداعة وخاصة في المناطق التي تختلف فيها الهطولات بشدة بين سنة وأخرى (مينغة، ١٩٩٩، ص٥٦).

٢- **الجفاف الزراعي :**

يربط بين مختلف خصائص الجفاف الميتيورولوجي مع تأثيراته على النظم الزراعية ويركز على نقص الهطول والاختلافات بين التبخر نتح الكامن والحقيقي، والجفاف هنا هو النقص الحاد في ماء التربة الميسور للنبات بصورة يتوقف عندها النمو ويعد بإبعاده أهم عامل يعترض الإنتاج الزراعي ويحدد انتشار النباتات في الطبيعة (جبور، ٢٠٠٣، ص٣١).

وعادة ما يكون القطاع الزراعي القطاع الأول الذي يتأثر بالجفاف لأن رطوبة التربة الجزء الأول من النظام الهيدرولوجي الذي يؤثر عليه الجفاف ، لكنه يتحسن بشكل واضح وخلال فترة زمنية قصيرة كما ينتهي الجفاف بشكل مفاجئ عقب هطول الأمطار، ويتميز بتغيرات مهمة قصيرة الأمد في نهاية موسم النمو حيث ينخفض الإنتاج بدرجة تتناسب مع شدة ظاهرة الجفاف واستمراريتها.

(Wilhite and Glantz, 1985)

٣- الجفاف الهيدرولوجي :

والجفاف هنا هو نتيجة مباشرة لندرة المياه ، أي إن كمية المياه المتوافرة من الهطل أو من مصادر المياه السطحية غير كافية ، أي إن الجفاف هو عجز في التوازن المائي ، فالماء هو العنصر الأساسي في تحديد الجفاف ودرجاته .(جبور ،٢٠٠٣، ص٣١).

ويتعلق الجفاف الهيدرولوجي بنقص الجريان في مجاري المياه والانخفاض الطبيعي لمستوى الطبقات الجوفية الحاملة للمياه وذلك نسبة إلى معدل طبيعي معروف (مينغة ، ١٩٩٩، ص٥٨).

٤-الجفاف الاقتصادي الاجتماعي :

يترافق مع العرض والطلب على بعض السلع الاقتصادية أو الخدمات بسبب تأثيرات الجفاف بأشكاله المتعددة (المتيورولوجي ، والزراعي، والهيدرولوجي). ويؤكد العلماء على أهمية تحديد مكان العرض والطلب وزمانهما عند تعريف هذا الجفاف بشكل موضوعي ، حيث إن الطلب على السلع والخدمات قد يكون نتيجة لزيادة عدد السكان أو زيادة ما يستهلكه الفرد ، وهنا يمكن القول بأن الجفاف يحدث عندما يتجاوز الطلب على العرض من السلع كنتيجة لنقص الماء المرتبط بالظروف الميتيورولوجية .

مما سبق نجد أن تعاريف الجفاف تختلف باختلاف الحقل العلمي الذي يدرس فيه، فالباحث في مجال **المناخ** ينظر إلى الجفاف بدلالة الهطل إذا كان دون المتوسط ، أما **الهيدرولوجي** فيعرف فترة الجفاف بأنها الفترة التي يكون فيها التدفق أقل من التدفق المتوسط أو منسوب المياه السطحية والجوفية منخفضاً إلى حد غير عادي، أما **الزراعي** فيعرف الجفاف بأنه الفترة التي تكون فيها رطوبة التربة غير كافية لنمو المحاصيل وبقائها ،أما **الاقتصادي** فيعرف الجفاف بأنه نقص الماء المتوفر لسد حاجات المجتمع الإنتاجية والاستهلاكية (الكيلاني ،٢٠٠٢، ص١٩).

وقد قامت الدراسة بتحليل الجفاف المناخي وفق تصنيفات مناخية ومعادلات وضعت لبيان الحالة المناخية السائدة في الإقليم بحسب البيانات المناخية في السنوات المدروسة.

تتميز ظواهر الجفاف عن بعضها عن بعض بثلاثة عوامل جوهرية :

١- **الشدة** : حيث تشير إلى درجة النقص في الهطل المطري و مقدار التأثيرات المرافقة لهذا النقص وعلى العموم تقاس هذه الشدة ببعض المؤشرات الميتيورولوجية الخاصة بالجفاف .

٢- **المدة** : وتتراوح عادة بين شهرين أو ثلاثة أشهر، وقد تستمر لشهور وسنوات و مقدار تأثير الجفاف يرتبط ارتباطاً وثيقاً بتوقيت بداية نقص الهطول ، ومدة حادثة الجفاف.

٣- **طبيعة المنطقة** : كلما كانت المنطقة أكثر قحولة ازداد تأثير الجفاف لأن النظام البيئي يكون أكثر حساسية (نظاماً هشاً).

نوبات الجفاف:

السنوات ذات المطر الأقل من المتوسط هي (نوبات الجفاف) ونوبات الجفاف صفة طبيعية من صفات التساقط في سائر الأقاليم الجافة والرطبة، وتكون هذه النوبات – عادة – نقصاً في كميات التساقط في موسم مطر واحد، وقد يمتد إلى موسمين متتاليين يعود بعدها المطر إلى معدله الطبيعي. وفي بعض الأحيان تمتد فترة المطر القليل لعدة سنوات متوالية، في مثل هذه الأحوال قد يكون في (نوبات الجفاف الممتدة) إشارة لتغيرات مناخية، (القصاص، ١٩٩٩، ص٢٤).، ويعد تحليل ظاهرة الجفاف منفذاً أساسياً لسياسات الجفاف وتحقيق الاستراتيجيات الهادفة إلى التخفيف منه .

القحولة:

صفة مناخية طبيعية ومستمرة في منطقة ما تنتج عن اختلال مستمر للتوازن في توفر المياه وتسبب انخفاضاً دائماً للرطوبة وتختلف القحولة عن الجفاف من ناحيتين:

الأولى: القحولة دائمة والجفاف مؤقت.

الثانية: القحولة مقترنة بضآلة الهطل، أما الجفاف فهو مرتبط بانحراف الهطل عن متوسطه وتتعرض له جميع المناخات.

الفصل الثاني

التوزيع المكاني والزمني للهطل في إقليم الجزيرة والفرات

٢–١ العوامل الطبيعية المؤثرة في توزيع الهطل في الإقليم

٢–١–١ الموقع (الفلكي والجغرافي)

٢–١–٢ التضاريس .

٢–١–٣ العوامل المناخية.

٢–١–٣–١ الضغط الجوي

٢–١–٣–٢ الرياح

٢–١–٣–٣ التيار النفاث

٢–١–٣–٤ المنخفضات الجوية

٢–١–٣–٥ الكتل الهوائية

٢–١–٣–٦ الرطوبة الجوية

٢–٢ توزع الهطل في الإقليم

٢–٢–١ التوزع الجغرافي(المكاني)

٢–٢–٢ التوزع الزمني

٢–٢–٢–١ التوزع الشهري

٢–٢–٢–٢ التوزع الفصلي

٢–٣ الأيام المطيرة وتوزعها

٢–٤ تركز الهطل

٢–٥ الشدات المطرية

٢-١: العوامل الطبيعية المؤثرة في توزيع الهطل في الإقليم:

٢-١-١: الموقع: (الفلكي والجغرافي):

يقع إقليم الجزيرة والفرات في الجزء الشمالي الشرقي من الجمهورية العربية السورية بين نهر دجلة والحدود السورية العراقية من الشرق، والحدود السورية التركية من الشمال، والجناح الأيمن لوادي الفرات بين مدينتي جرابلس والبوكمال من الغرب والجنوب. تبلغ مساحة الإقليم نحو (٥١٠٠٠) كم٢ (عبد السلام،١٩٩٠،ص٣١) و الشكل رقم (١-٢) يبين موقع الإقليم في الجمهورية العربية السورية وحدوده.

ويمتد إقليم الدراسة بين درجتي عرض (٣٤،٢٤َ.ْ) و(٣٧،٢َ .ْ) شمالاً وبين خطي الطول (٣٨.ْ) (٤٢،٢٤َ.ْ) شرق غرينتش ، ولهذا الموقع الفلكي للإقليم أهمية كبيرة في التأثير على مناخه بشكل عام وعلى كميات الهطل فيه بشكل خاص .حيث يحدد هذا الموقع النموذج المناخي السائد في الإقليم المعروف بنموذج المناخ المتوسطي شبه الجاف ، ذي الصيف الجاف والحار ،والشتاء الماطر والبارد نسبياً.

ويعد الامتداد على درجات العرض ذو أثر كبير في توزيع كميات الهطل فوق أرض الإقليم حيث تتزايد كميات الهطل بتزايد درجات العرض شمالاً، وقد بلغت قيمة معامل الارتباط بين مواقع المحطات على درجات العرض ومتوسط كميات الهطل (٠,٩٧) ، وهو ارتباط قوي يدل على الأثر الكبير لدرجات العرض في توزيع كميات الهطل.

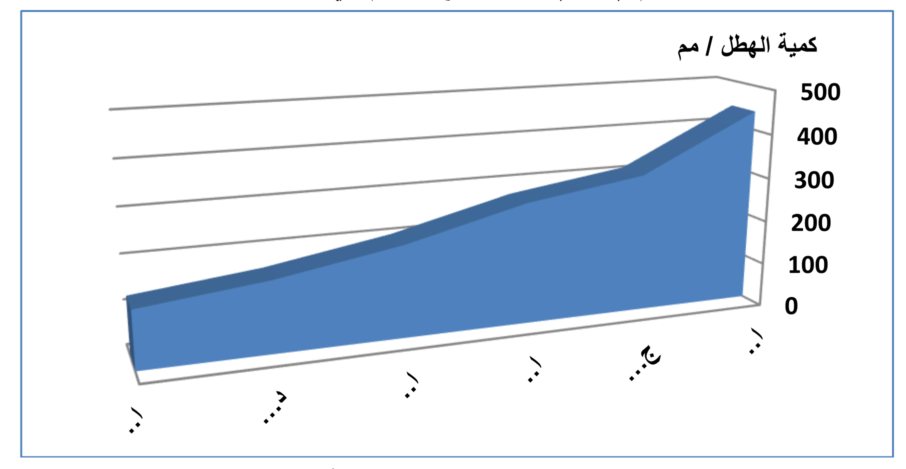
كما إن موقع الإقليم (البعيد عن البحر المتوسط بنحو (٢٠٠-٤٥٠ كم) جعله مبتعداً عن المؤثرات البحرية الأمر الذي أسهم في قلة الهطل السنوي مقارنة بالأجزاء الغربية والوسطى من سورية ، ويبين الشكل رقم (٢-٢) والجدول رقم (١-٢) تدرج كميات الهطل بالزيادة من الجنوب إلى الشمال مع زيادة درجات العرض .

جدول رقم (١-٢) يبين اختلاف معدلات الأمطار حسب درجات العرض

المحطة	درجة عرضها شمالاُ	معدل الأمطار السنوي بـ ملم
القامشلي	37.03	420.7
جرابلس	36.44	313.3
الحسكة	36.01	273.3
الرقة	35.45	196.4
دير الزور	35.16	152.5
البوكمال	34.42	130.9

المصدر: من عمل الطالبة بناءً على معطيات الأرصاد الجوية.دمشق

الشكل رقم (١-٢) يبين موقع الإقليم في الجمهورية العربية السورية



شكل رقم (٢-٢) يبين تدرج كمية الأمطار بالتزايد من الجنوب للشمال

٢-١-٢: التضاريس:

يغلب على سطح إقليم الجزيرة والفرات الطابع السهلي حيث يتراوح ارتفاع (٧٠%) من مساحته بين (٤٠٠-٢٠٠) م فوق مستوى سطح البحر(الشاعر،١٩٨٩،ص٧٣) ، فيتراوح ارتفاعه بالقرب من وادي الفرات حوالي (٢٥٠-٢٠٠) م فوق سطح البحر، ثم يتزايد ارتفاع الأرض تدريجياً وبلطف باتجاه الشمال حتى أقدام جبال طوروس، حيث يصل إلى نحو(٥٠٠) م، وتعد منطقة مملحة البوراة أخفض أجزاء الإقليم على ارتفاع (١٥١) م، أما أعلى نقطة في الإقليم فهي قمة الغرة في جبل عبد العزيز على ارتفاع (٩٢٠)م تنحدر أرض الإقليم بصورة عامة نحو الجنوب ونحو وادي الفرات بمقدار من (١-٢) درجة (عبد السلام ،١٩٩٠،ص١٤)

يبرز فوق مستوى سهول الجزيرة والفرات عدد كبير جداً من التلال يصل ارتفاع بعضها إلى حوالي (٦٠٠) م، كما تتناثر فيه عدد من المنخفضات التي تشغلها عادة السبخات وبشكل خاص قرب الحدود السورية العراقية إلى الشمال من البوكمال (الشاعر، ١٩٨٩ ،٤٧) وأهم مظاهر السطح التضاريسية في الإقليم هي :

أ- العارض الجبلي (سنجار – عبد العزيز):

يتكون من النهاية الغربية لجبل سنجار حيث يرتفع إلى أكثر من (٦٠٠) م وبعدها نحو الغرب يمر وادي نهر الخابور في منطقة منخفضة لترتفع بعدها كتلة جبل عبد العزيز إلى أكثر من (٦٠٠) م أيضاً. تليها إلى الغرب منطقة تليّة جبلية منخفضة أهم ما فيها طوال العبا التي ترتفع إلى (٤٨٣)م فوق سطح البحر . (عبد السلام ، ١٩٩٠، ص١٥)

ب- جبل قره تشوك :

يقع في أقصى الشمال الشرقي ، ويأخذ اتجاهاً جنوبياً شرقياً إلى شماليٍ غربيٍ ، سفوحه الشمالية أشد انحداراً من الجنوبية، ترتفع قمته إلى (٧٦٩) م (الشاعر ، ١٩٨٩ ،ص٤٧)

ج-وادي نهر الفرات :

شريط محفور بالأرض دون مستوى السطح العام للجزيرة بعمق بين (٨٠-٢٥٠) م وبعرض (١-١٢) كم ، ويتميز بجانبين غير متناظرين من حيث الشكل والارتفاع فالجانب الأيمن أعلى وأشد انحداراً من الأيسر .

وتنتشر في أرض الإقليم جبال منفردة معظمها مخاريط بركانية كجبل كوكب، ومنخرة الشرقي والغربي، والبراكين المنتشرة في منطقة دير الزور، ولكنها مساحات هضبية منبسطة ولا ترتفع كثيراً فوق مستوى أرض الإقليم.

يتأثر توزع الهطل في إقليم الدراسة بالتضاريس من حيث الارتفاع والامتداد. ومن خلال المقارنة بين الشكل (٣-٢) الذي يبين معالم السطح بالإقليم والشكل (٤-٢) الذي يبين توزيع الهطل السنوي بالإقليم نجد ما يلي:

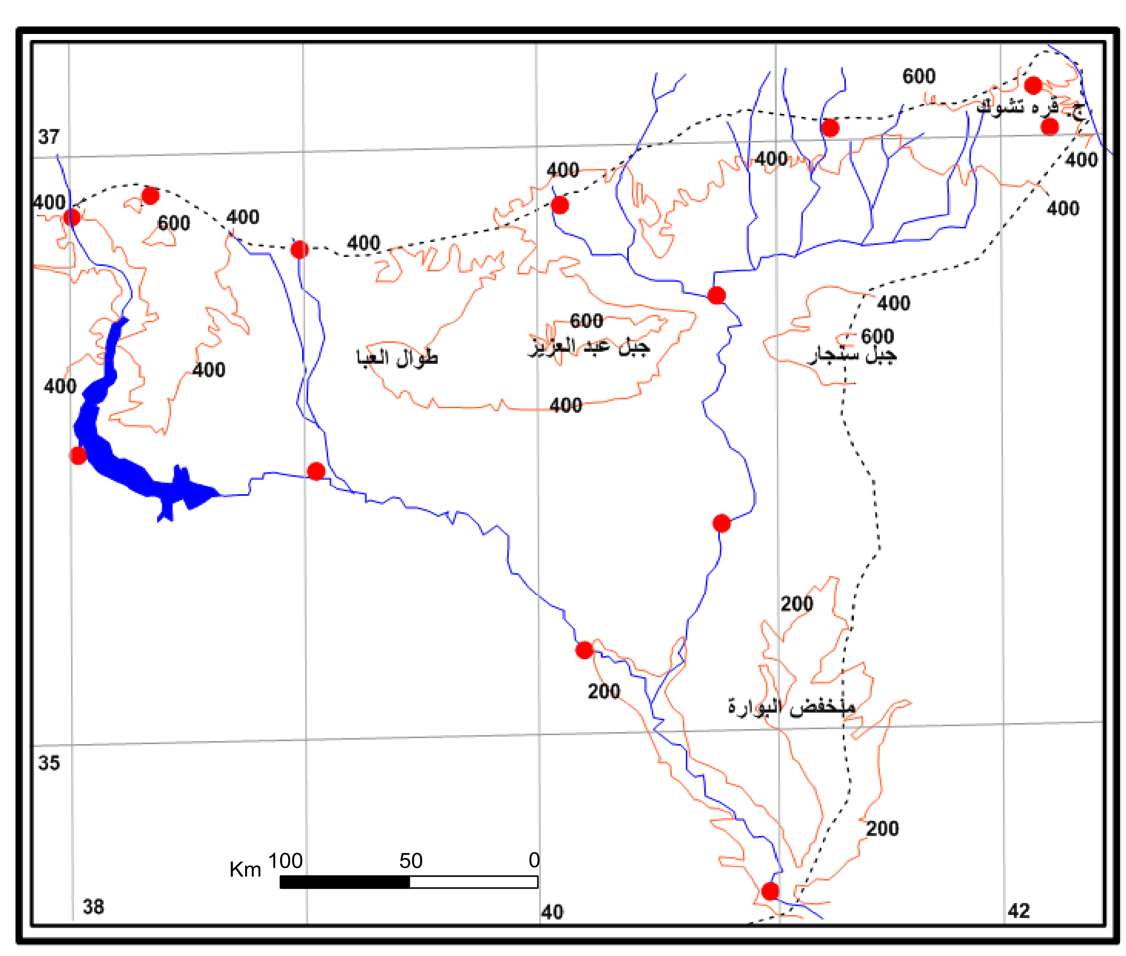
١- تعد المنطقة الشمالية الأكثر ارتفاعاً أكثر هطلاً بالمقارنة مع المناطق الجنوبية .

٢- يشكل جبل عبد العزيز منطقة يمكن أن يطلق عليه اسم جزيرة مطرية فهو أكثر مطراً من المناطق المجاورة له .

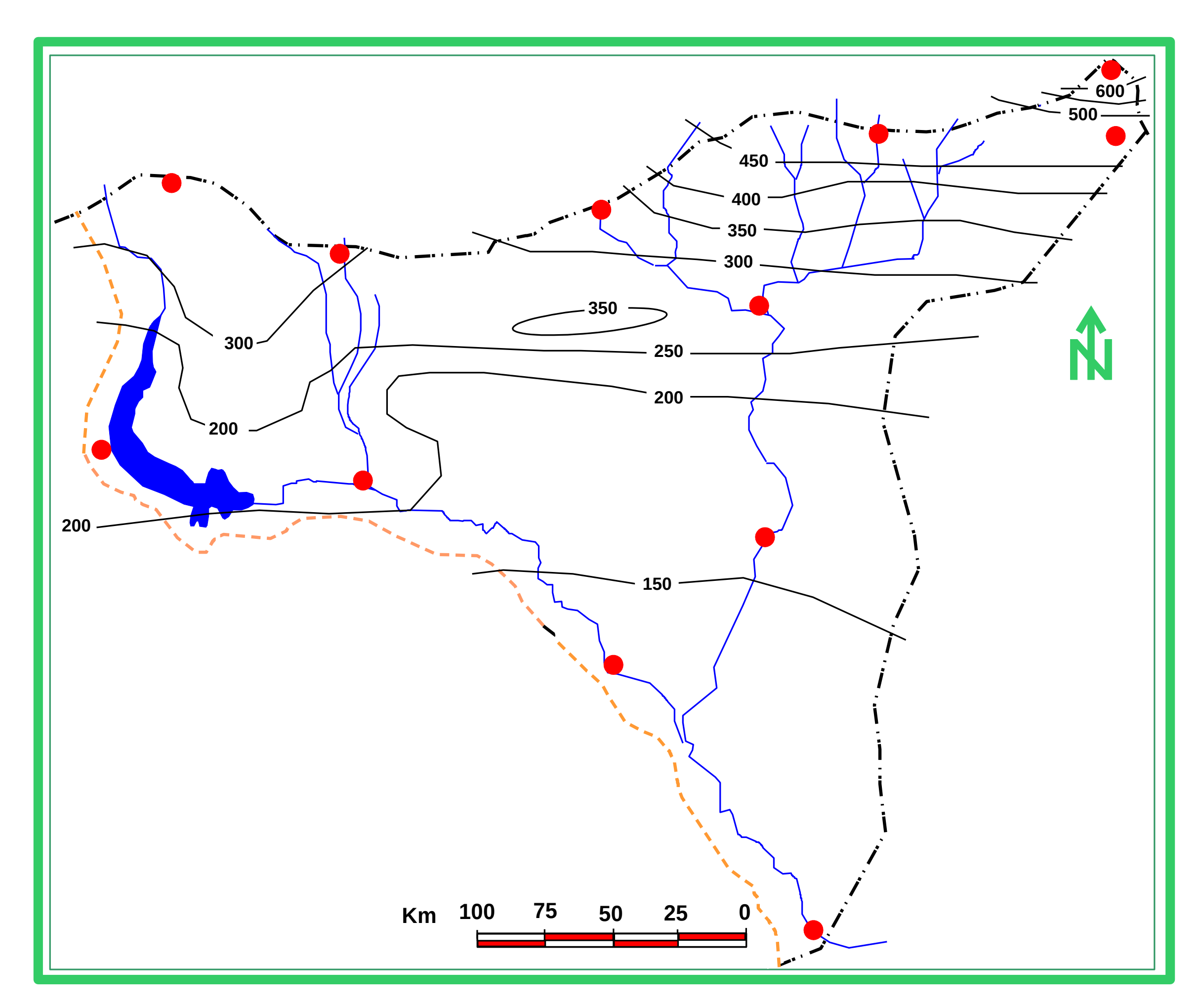
٣- بلغ معامل الارتباط (بيرسون) بين ارتفاع المحطة ومتوسط كمية الهطل السنوي (٠،٩٢) وهي قيمة مرتفعة تدل على الارتباط القوي والوثيق بين الارتفاع ومتوسط الهطل .

٤- تعد منطقة جبل قره تشوك أكثر مناطق الإقليم مطراً (٦٥٠-٥٠٠) مم .

٥- إن امتداد المظاهر التضاريسية المهمة بالإقليم تأخذ محوراً غربياً شرقياً موازية لاتجاه الرياح الرطبة وخطوط سير المنخفضات الجوية ،الأمر الذي يقلل من أهمية التضاريس في اعتراض تلك الرياح ،باستثناء جبل قره تشوك الذي يأخذ اتجاهاً جنوبياً شرقياً إلى شمالي غربي الأمر الذي يجعله مواجهاً لاتجاه الرياح الرطبة فيتلقى كمية أكبر من الهطل .



شكل رقم (٣-٢) معالم سطح الأرض في إقليم الجزيرة والفرات



الشكل (٤-٢) توزع متوسط كمية الهطول السنوية / مم خلال الفترة (١٩٦٠-٢٠١٠)

٢-١-٣: العوامل المناخية:

٢-١-٣-١: الضغط الجوي :

تتبدل الأوضاع الجوية في منطقة شرقي البحر المتوسط من فصل لآخر تبعاً لتقدم أو تراجع مراكز الضغط الجوي الرئيسة، المتمركزة في زوايا المستطيل الذي يمكن وضع البحر المتوسط ضمنه وهي :

١- **الضغط المرتفع السيبيري** : في الزاوية الشمالية الشرقية ويظهر تأثيره على المنطقة أثناء فصل الشتاء .

٢- **الضغط المنخفض الأيسلندي** (الأطلنطي الشمالي): في الزاوية الشمالية الغربية ، وهو عبارة عن مركز للضغط الجوي المنخفض الدائم فوق جزيرة أيسلندا ، ويشتد تأثيره في فصل الشتاء عندما تكون المسطحات المائية أكثر دفئاً من اليابسة المجاورة لها .

٣- **الضغط المرتفع لجزر آزور**: في الزاوية الجنوبية الغربية والذي يختلف اتساعه من فصل لآخر إلا أنه يتمركز في معظم فترات السنة فوق جزر آزور والرأس الأخضر .

٤- مراكز الضغوط المنخفضة فوق الخليج العربي والمحيط الهندي: في الزاوية الجنوبية الشرقية ويظهر تأثيرها أثناء فصل الصيف ، وذلك تبعاً لارتفاع درجة حرارة الهواء الملامس للسطح في أثناء هذا الفصل وارتفاعه للأعلى .

ويختلف مدى هذه المراكز وشدتها وعمقها من وقت لآخر ، وتؤثر تأثيراً مباشراً في سرعة الرياح واتجاهها، وفي التغيرات المناخية الفصلية في منطقة شرقي البحر المتوسط ، فاحتباس المطر صيفاً وانهماره شتاءً مع تذبذب في الكمية ما هو إلا نتيجة للحركات الجوية العامة وما يصاحبها من منخفضات جوية بجانب تأثير مراكز الضغط الجوي السابقة تبعاً لحركتها في الفصول المختلفة (الموسى، ٢٠٠٢،ص٢٨).

أ. في فصل الصيف:

يعد الصيف فصل الجفاف في المنطقة ويتميز بسماء صحوة مع حرارة مرتفعة بسبب تزحزح نطاقات الضغط الرئيسية شمالاً.وبالتالي يعد هذا الفصل أكثر فصول السنة استقراراً، حيث يسيطر على الإقليم خاصة ومنطقة شرق المتوسط عامة الضغط المنخفض الموسمي.

كما إن الضغط المرتفع الآزوري المسيطر على الجزء الغربي للبحر المتوسط يبعث بهوائه نحو اليابس الآسيوي على صورة رياح غربية (الموسى، ١٩٩٩، ص١٣٦)

والشكل رقم (٥-٢) يبين توزيعات الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في منطقة حوض البحر المتوسط والمناطق المجاورة خلال فصل الصيف .

ب. في فصل الشتاء:

أهم ما يميز الأوضاع الجوية، في هذا الفصل، في حوض البحر المتوسط عامة ومنطقة الدراسة خاصة عدم الاستقرار أو الثبات، واستمرار التقلبات الجوية حيث تتحرك في هذا الفصل النطاقات المناخية وكتل الهواء التي كانت مسيطرة صيفاً على حوض البحر المتوسط وسورية مع حركة الشمس الظاهرية باتجاه الجنوب.

وتقع المنطقة بأكملها تحت تأثير امتداد الضغط المرتفع السيبيري والأوربي، ويتحول البحر المتوسط بمياهه الدافئة لبحيرة من الضغط المنخفض ، ويسود فوقه نطاق الرياح الغربية ، وذلك تبعاً لتوزع مراكز الضغط الجوي وتغير تأثيراتها الفصلية من حيث السماح لمنخفضات الجبهة القطبية بالتقدم نحو البحر المتوسط أو إعاقتها .

وعموماً تسيطر تلك المنخفضات على الطقس عندما يتراجع اللسان المعيق الممتد من الضغط المرتفع السيبيري شرقاً ويسمح للمنخفضات بالمرور والسيطرة. فيسود الدفء وتسقط الأمطار، أما إذا حصل العكس وسيطر على المنطقة الضغط المرتفع السيبيري، فيحدث ما يسمى بالإعاقة الجوية التي تؤدي إلى خلخلة المنخفضات الجوية المتعاقبة وتغير مسارها. وقد تستمر هذه الإعاقة لعدة أسابيع

مسببة الجفاف في فترة تركزها ،وتتكرر هذه العملية عدة مرات في السنة ،لاسيما بين تشرين الأول وأيار ، وهذا ما يعلل الذبذبة في كمية الأمطار السنوية بين عام و آخر. (الموسى ،٢٠٠٢،ص٢١).

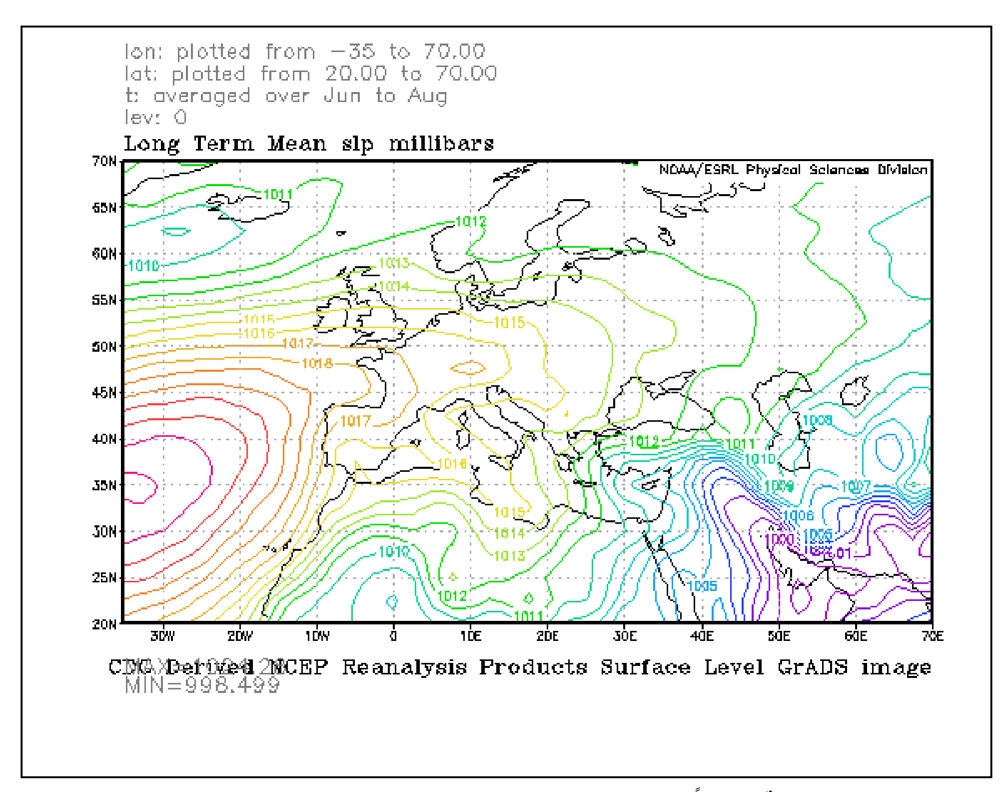
وتحدث معظم موجات البرد والصقيع عندما تقع المنطقة تحت تأثير الضغط الجوي المرتفع السيبيري والألسنة الممتدة منه مما يؤدي إلى تأثر المنطقة بكتلة هوائية قطبية شديدة البرودة وإلى هبوب رياح شرقية أو شمالية شرقية قارصة . ومما يزيد من احتمالات الصقيع استقرار الكتلة الهوائية خاصة أثناء الليل وانخفاض رطوبتها وازدياد نشاط التيارات الهابطة.(شحادة ، ١٩٩٠، ص١٥٥) والشكل رقم (٦-٢) يبين توزيعات الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في منطقة حوض البحر المتوسط والمناطق المجاورة خلال فصل الشتاء .

ت. الفصول الانتقالية:

يشكل فصلا الخريف والربيع فصولاً انتقالية غير واضحة المعالم ،حيث تخضع المنطقة لتقلبات كثيرة نتيجة لتبادل السيطرة بين عدة مراكز للضغط الجوي، إذ يتأرجح الطقس بين الحالة الصيفية والحالة الشتوية . ومن هنا يعد فصل الربيع امتداداً لفصل الشتاء وخاصة في النصف الأول منه كما إن فصل الخريف يشكل امتداداً لفصل الصيف.

فالأوضاع الجوية تتطور في نهاية الشتاء وفي فصل الربيع بشكل تدريجي يمهد فيه للدخول في فصل الصيف. وتتم في فصل الربيع عملية تبادل السيطرة والنفوذ بين كتل الهواء الشمالية الباردة نسبياً وكتل الهواء الجنوبية الدافئة حيث تتراجع الكتل الشمالية لصالح الكتل الجنوبية (عبد السلام ، ١٩٨٩، ص١٣٥). يتميز فصل الربيع بمرور المنخفضات الخماسينية وهي رياح حارة وجافة ومتربة تعمل على رفع درجة الحرارة في أثناء هبوبها أكثر من (٥) درجات مئوية فوق معدلها وتخفض الرطوبة النسبية إلى أقل من (٣٠%) وتدوم هذه الرياح يومين إلى ثلاثة أيام وقد تصل إلى سبعة أيام (موسى، ١٩٩٠،ص٣٧٠). كما تظهر في هذا الفصل ظاهرة الأمطار الحملانية نتيجة التسخين الشديد لسطح الأرض.

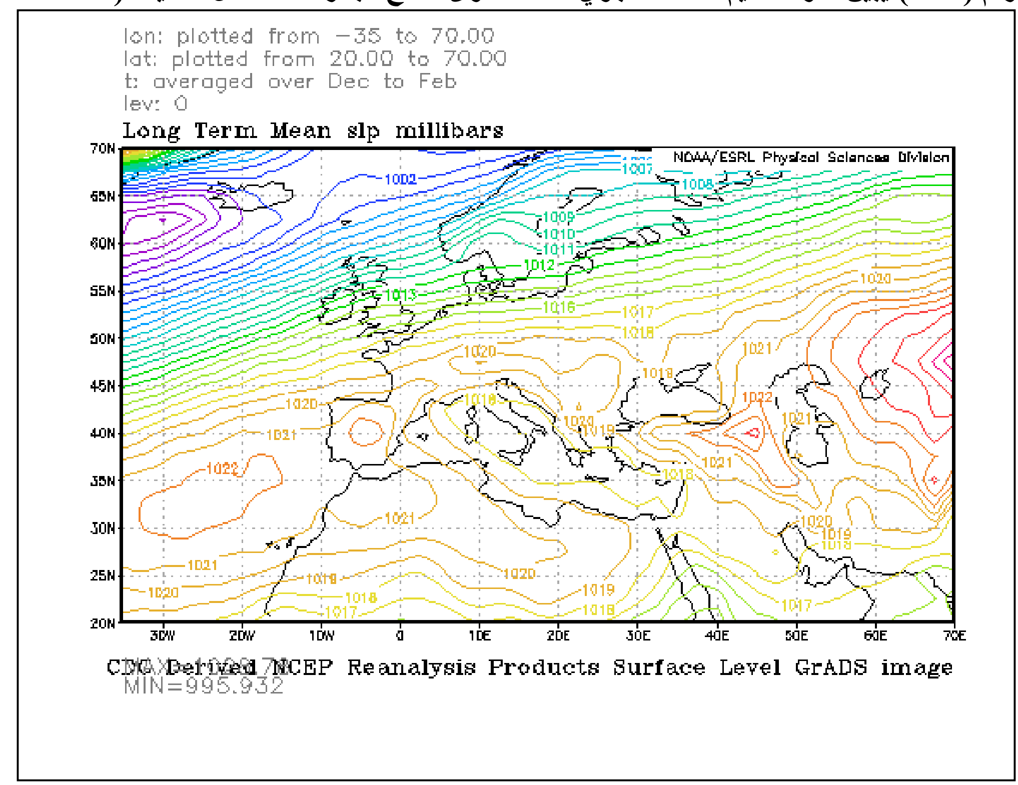
وفي فصل الخريف يزداد تأثير المؤثرات الشمالية على حساب المؤثرات الجنوبية بالنسبة لإقليم الدراسة ، وخلال النصف الثاني من فصل الخريف يبدو تأثير الضغط المرتفع السيبيري واضحاً ويأخذ الضغط المرتفع شبه المداري (الموسمي الهندي) بالانحسار تدريجياً نحو الجنوب. والشكل رقم (٢-٧) يبين توزيعات الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في منطقة حوض البحر المتوسط والمناطق المجاورة خلال فصلي الربيع والخريف .



المصدر: من رسم الطالبة اعتماداً على NCEP Reanalysis Products Surface Level Data

http://www.esrl.noaa.gov

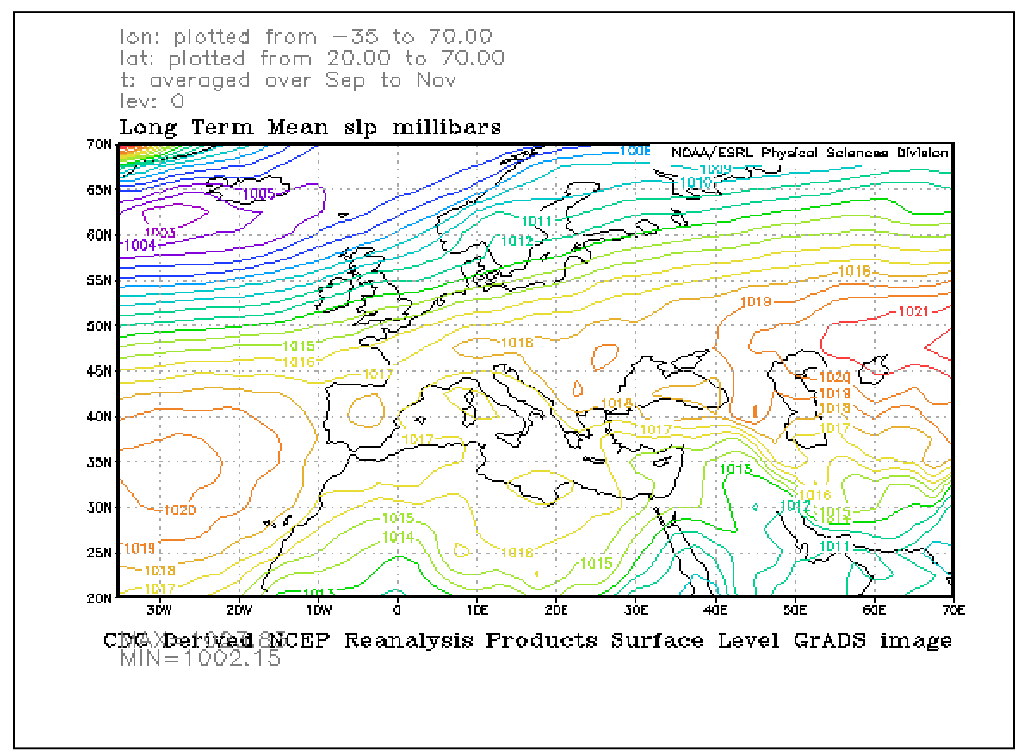
شكل رقم (٥-٢) يبين متوسط قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر أثناء فصل الصيف (١٩٤٨-٢٠١٠)

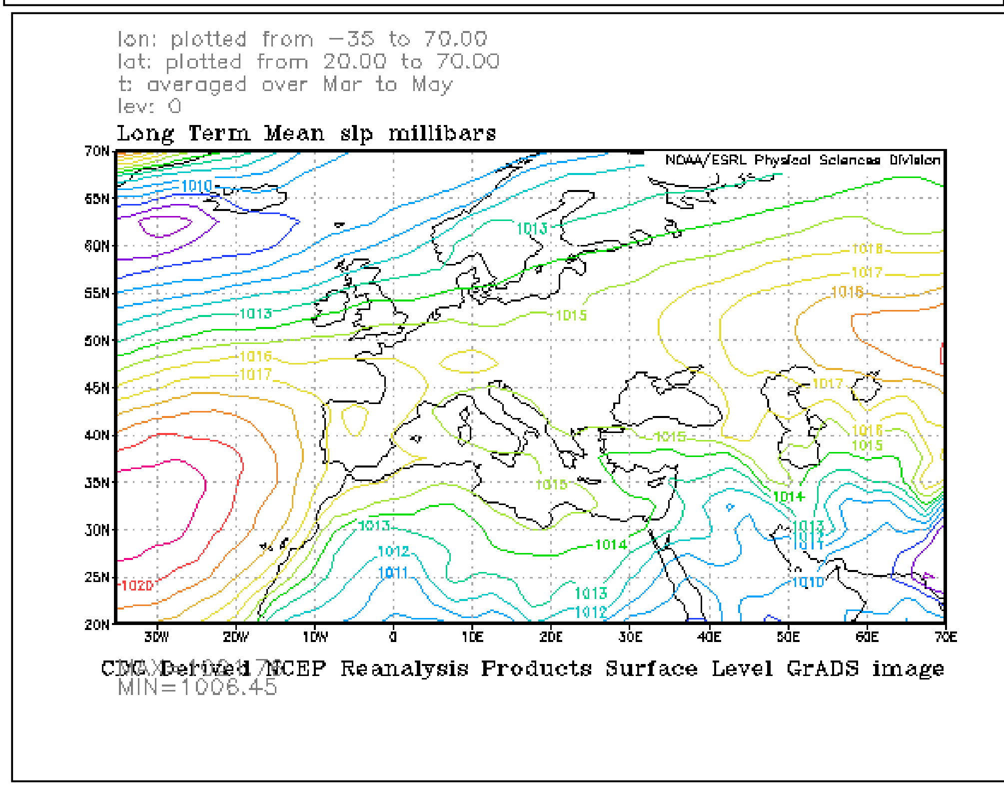


المصدر: من رسم الطالبة اعتماداً على NCEP Reanalysis Products Surface Level Data

http://www.esrl.noaa.gov

شكل رقم(٦-٢) يبين متوسط قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر أثناء فصل الشتاء (١٩٤٨-٢٠١٠)





المصدر :من رسم الطالبة اعتماداً على NCEP Reanalysis Products Surface Level Data

http://www.esrl.noaa.gov

شكل رقم (٢-٧) يبين متوسط قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر أثناء فصلي الربيع والخريف (١٩٤٨-٢٠١٠)

٢-١-٣-٢: الرياح:

نتيجة لتبادل سيطرة مراكز العمل الجوي المؤثرة على المنطقة فإن الرياح تختلف في سرعتها واتجاهاتها من فصل إلى آخر، كما للعامل التضاريسي في المنطقة الشمالية الشرقية دور في هذا المجال.

أ. في فصل الشتاء:

تهب الرياح خلال فصل الشتاء من اتجاهات مختلفة بحسب العوامل المتحكمة في اتجاهاتها رغم وقوع المنطقة ضمن التيار الهوائي الغربي المسيطر ،وتبقى رياح المحصلتين الغربية والشمالية والشمالية الشرقية أكثر تردداً من غيرها ، وبالتالي تولد طقساً متقلباً وتكون الرياح الشتوية جافة وباردة إذا كانت شرقية إلى شمالية شرقية ، ورطبة معتدلة جالبة للأمطار إذا كانت ذات محصلة غربية (الموسى ،١٩٩٩،ص٣٦).

ويكون الضغط المرتفع السيبيري – الأوروبي مصدراً للرياح الشمالية الشرقية والشمالية الغربية ، بينما يكون الضغط المرتفع شبه المداري مصدراً للرياح الجنوبية والجنوبية الغربية ،كما تؤدي المنخفضات الجوية التي تتردد على المنطقة إلى هبوب رياح من اتجاهات مختلفة بعضها جنوبي والآخر شمالي.

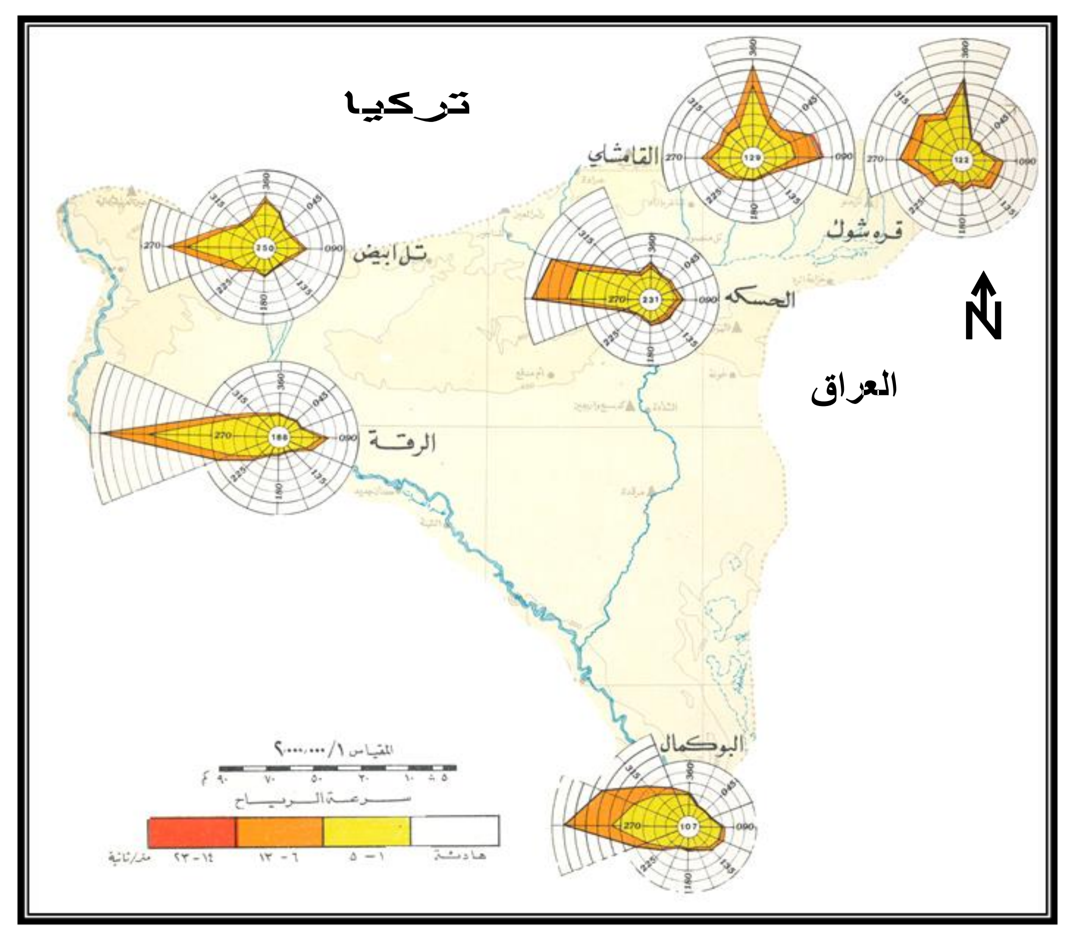
ب. في فصل الصيف:

تقع منطقة شرقي البحر المتوسط تحت تأثير الضغط الجوي المنخفض الهندي الموسمي ،الذي يأتيها من الجنوب الشرقي على شكل امتداد لمنطقة الضغط المنخفض المتمركز فوق المحيط الهندي والخليج العربي ،كما إن مركز الضغط المرتفع الآزوري المسيطر على الجزء الغربي من البحر المتوسط يبعث بهوائه نحو اليابس الآسيوي على صورة رياح غربية.(الموسى ، ١٩٩٩، ص٣٦) وتكون محصلة الرياح غربية في الإقليم باستثناء المنطقة الشمالية الشرقية التي تزداد فيها نسبة الرياح الشمالية والشمالية الغربية .

ت. في الفصلين الانتقاليين:

تسود في هذين الفصلين الرياح ذات المحصلة الشمالية الشرقية وخاصة في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية .

مما سبق تتوضح سيادة الرياح ذات المحصلة الغربية في الأجزاء الغربية والوسطى والجنوبية الشرقية من الإقليم، والرياح الشمالية في الأجزاء الشمالية الشرقية من الإقليم، وذلك كما يبين الشكل رقم (٨-٢) الذي يوضح واردات الرياح السنوية في إقليم الدراسة .



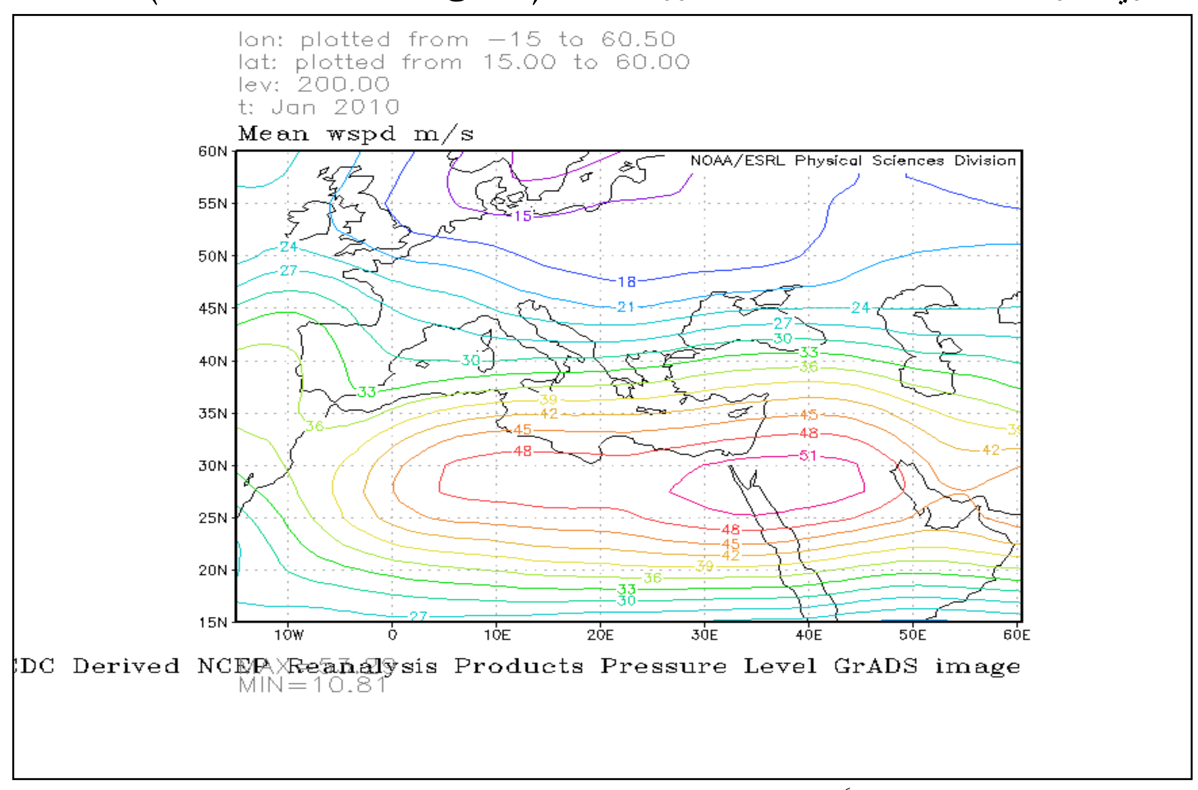
شكل رقم (٨-٢) يوضح واردات الرياح السنوية في إقليم الدراسة

٢-١-٣-٣: التيار النفاث:

تشتد سرعة الرياح الجيوستروفية (العليا) في أعالي طبقة التربوسفير- وذلك في أماكن محدودة منها -ليبلغ وسطي سرعتها بين ٤٥-٦٧-م/ ثا ، وتصل في أقصاها إلى ما يزيد على ١٣٥م/ثا، حيث تكون هذه السرعة القصوى متمركزة ضمن حزام واضح وضيق من الهواء وكأنه تيار مائي مندفع بسرعة ، عند خط عرض ٣٠ شمالاً . ويعرف هذا التيار الهوائي العالي السرعة باسم التيار النفاث (موسى،١٩٩١،ص٢٤٦) . حيث تزيد سماكة هذه الحزمة الهوائية على ١٠٠٠م ، ويزيد عرضها على ٥٠٠ كم ، وعلى ارتفاع ١٢كم ، وتندفع هذه الحزمة أفقياً بسرعة شديدة من الغرب إلى الشرق ،لتصل أشد سرعة لها في فصل الشتاء(الشاعر،٢٠٠٥،ص١٩٧). وقد لاحظ العلماء وجود تيارين نفاثين يؤثران على طقس منطقة شرق البحر المتوسط ومناخها، وهما:

١- **التيار النفاث القطبي** : الذي يقترن بالجبهة القطبية الأطلسية ، ومحوره على ارتفاع ٩كم ،ويتصف -عموماً- هذا التيار بأنه أقل انتظاماً في موقعه وأقل استمرارية،و يقع محوره في معظم الأحيان شمالي منطقة البحر المتوسط ،ويتزحزح إلى الجنوب في الحالات التي تقترن بتدفق كبير للهواء القطبي في طبقات الجو العليا ،وبالتالي يكون تأثيره على طقس منطقة شرق البحر المتوسط كبيراً في هذه الحالة.

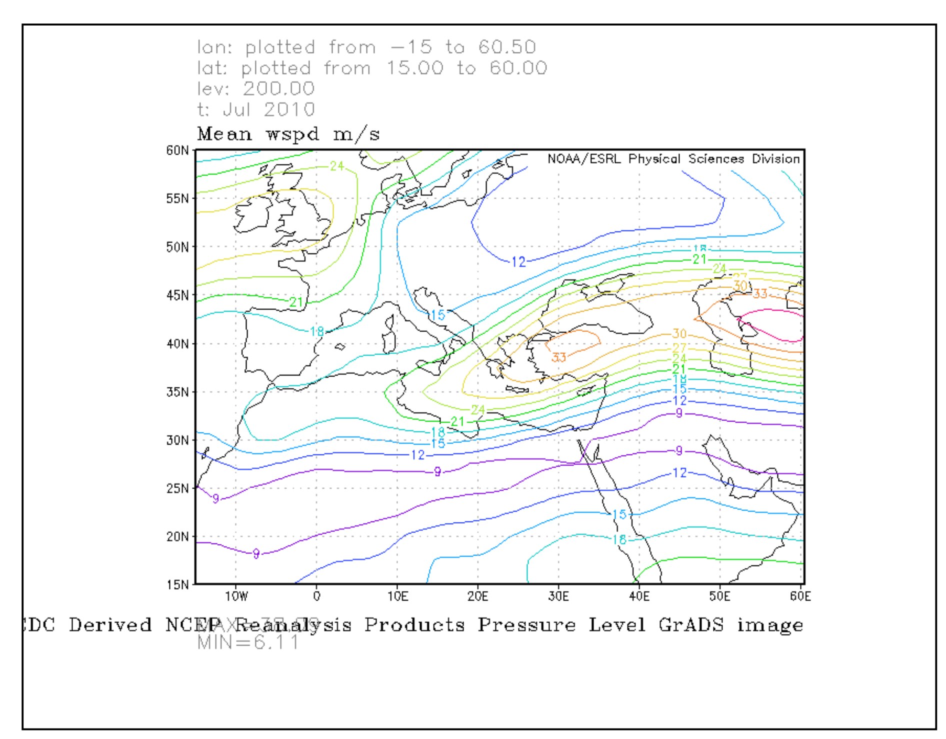
٢ً-**التيار النفاث شبه المداري** : ويتزحزح موقعه بين دائرتي عرض (٤٥-٣٥) شمالاً في فصل الصيف ، أي يصبح فوق البحر المتوسط صيفاً ، وفوق الصحراء الأفريقية الكبرى شتاءً ، حيث يؤدي انتقاله التدريجي إلى حوض البحر المتوسط صيفاً لتوقف الأمطار التدريجي بالاتجاه من الجنوب إلى الشمال . وهذا يعني أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين موقع التيارات النفاثة وحركتها ،وبين حركة المنخفضات الجوية وفعاليتها وامتدادها ، وبالتالي في كمية الأمطار وتوزيعها ، ولاسيما في فصلي الشتاء والربيع ؛ حيث تقع منطقة شرق البحر المتوسط عامةً على الطرف الشمالي من التيار النفاث شبه المداري ، مما يعمل على تنشيط الحركات الرأسية الصاعدة. وبنفس الوقت تتأثر المنطقة بالتيار النفاث القطبي الذي يتحرك مرافقاً للجبهة القطبية الأطلنطية التي تفصل بين الهواء المداري والهواء القطبي وما يصاحبها من أعاصير وأمطار، ويأتي دور التيار النفاث ووجوده فوق المنطقة في ذلك الوقت ؛ حيث إنه يساعد الأعاصير وأضدادها في التحرك وزيادة سرعاتها ، كما يساعد أيضاً الكتل الهوائية بالتحرك فوق السطح ، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة عدم الاستقرار وسقوط الأمطار في منطقة حوض المتوسط بشكل عام ، وخاصةً إذا ما حدث تداخل بين التيار النفاث القطبي والتيار النفاث شبه المداري، فتزداد قوة المنخفضات الجوية ويتكرر حدوثها .(الموسى،٢٠٠٢،ص ٤٨،٤٩)



المصدر من رسم الطالبة اعتماداً على NCEP Reanalysis Products Surface Level Data

http://www.esrl.noaa.gov

شكل رقم (٩-٢) متوسط سرعة الرياح على ارتفاع (٢٠٠ ملليبار) في شهر كانون الثاني ٢٠١٠



المصدر من رسم الطالبة اعتماداً على NCEP Reanalysis Products Surface Level Data
http://www.esrl.noaa.gov

شكل رقم (١٠-٢) متوسط سرعة الرياح على ارتفاع (٢٠٠ ملليبار) في شهر تموز ٢٠١٠

٢-١-٣-٤: المنخفضات الجوية:

يصبح حوض البحر المتوسط في فصل الشتاء منطقة مناسبة لتكوّن المنخفضات الجوية وتطورها، وتتحرك تلك المنخفضات بعد تكونها من الغرب إلى الشرق. وفي أثناء حركتها تؤثر في حالة الطقس في المناطق الواقعة قريباً من مساراتها(شحادة، ١٩٩٠، ص٩١) ،وتؤدي المنخفضات الجوية دوراً رئيساً في مناخ منطقة شرقي البحر المتوسط ، لأنها المسؤولة عن معظم التقلبات الجوية التي تتعرض لها المنطقة ،وتتباين هذه المنخفضات فيما بينها من حيث العمق والاتساع والضحالة وعظم النشاط، وتعد المصدر الرئيسي للأمطار لذلك نجد أن الأمطار تتزايد من الجنوب إلى الشمال وتتعرض المنطقة لنوعين من المنخفضات الجوية :

أ. **النوع الأول:** وهو الأهم، يشمل المنخفضات الجوية الجبهية وهي المسؤولة عن معظم الأمطار والتقلبات الجوية في المنطقة خلال نصف السنة الشتوي، وتقدر دائرة الأرصاد الجوية البريطانية المنخفضات الجوية التي يتعرض لها البحر المتوسط كل عام ب(٢٨) منخفضاً وتصنفها من حيث مواطن نشأتها إلى ثلاثة أصناف رئيسة هي:

١- **المنخفضات المتوسطية :** وتشمل المنخفضات التي تصل إلى الحوض الشرقي قادمة من الحوضين الغربي والأوسط ويقدر عددها ب(٢١) منخفض، وأهم مناطق تكونها هو خليج جنوة. وبالرغم من أن المنخفضات تتكون في ذلك الخليج طوال العام إلا أن معظمها يتكون في فصل الشتاء.

٢- المنخفضات الخماسينية:

وتشمل المنخفضات التي تأتي إلى الحوض من شمالي إفريقيا خاصة في فصل الربيع حيث تأتي بمعدل (٦-٥) منخفضات في السنة، وتسلك -عادة- مساراً شرقياً إلى شمالي شرقي .

وتحدث حالات خماسينية عندما تصل هذه المنخفضات إلى منطقة شرقي البحر المتوسط، وتؤدي إلى ارتفاع ملموس في درجات الحرارة وانخفاض في الرطوبة النسبية ، وتشكل العواصف الرملية و الغبارية ، وتدوم هذه الحالة -عادة- من يومين إلى ثلاثة أيام وقد تصل إلى سبعة أيام ، وأحياناً تكون هذه المنخفضات مصحوبة بحالة عدم استقرار جوي، مع حدوث العواصف الرعدية، وسقوط الأمطار.

٣- المنخفضات القبرصية :

وهي المنخفضات التي تتكون في منطقة جزيرة قبرص بمعدل مُنخَفَض ونصف سنوياً وتتكون في أواخر الخريف وفي أوائل الربيع (شحادة ،١٩٩٠، ص٩٦). ويبين الجدول رقم (٢-٢) عدد المنخفضات الجوية حسب الفصول ومناطق التشكّل.

جدول رقم (٢-٢) يوضح عدد المنخفضات الجوية في منطقة البحر المتوسط ومناطق تشكّلها

مناطق تشكل المنخفضات		عدد المنخفضات الجوية في كل فصل				
		الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	السنوي
خارج	المحيط الأطلسي	٣	٢	٠	٢	٧
داخل المتوسط	جنوب جبال الأطلس	٢	٨	٢	٢	١٤
	غرب وأواسط البحر المتوسط	٣٩	٣,٣	١٢	٢٧	١١١
	شرقي البحر المتوسط	٩,٥	١٢,٥	١	٥	٢٨
المجموع		٥٣,٥	٥٥,٥	١٥	٣٦	١٦٠

المصدر : الموسى ،٢٠٠٢ ، ص٤٦

مسارات المنخفضات الجوية في الحوض الشرقي للبحر المتوسط:

إن جميع المنخفضات الجوية المتنقلة تتأثر في توزيعها وخط سيرها بتوزيع مراكز الضغط الجوي المرتفع وانتشارها والتي تتصف باستقرار نسبي، حيث تتحرك المنخفضات الجوية بعد تكونها في مسالك من الغرب إلى الشرق بصفة عامة وهذه المسالك ليست خطوطاً مستقيمةً بل هي خطوط منحنية تصل بين مراكز المنخفض الجوي في أوضاعه المتتابعة (الموسى،١٩٩٩، ص٣٩)، أما في

الحوض الشرقي للبحر المتوسط فمعظم المنخفضات الجوية التي تتمركز في منطقة قبرص أو تمر منها باتجاه الشرق تسلك ثلاثة مسارات رئيسة هي:

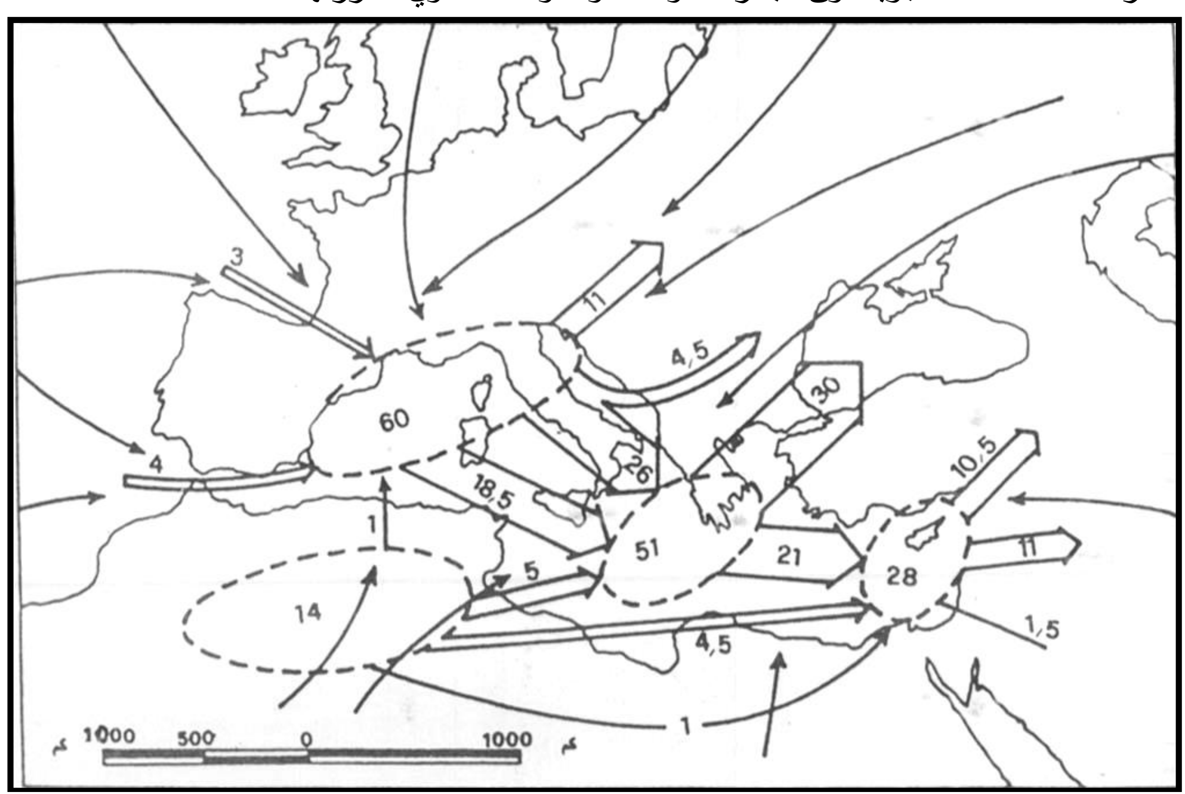
المسار الأول: مسار شمالي شرقي نحو خليج إسكندرونة باتجاه بحر إيجه والبحر الأسود ويسلك هذا المسار في كل عام (١٠،٥) بشكل وسطي .

المسار الثاني : مسار باتجاه الشرق عبر بلاد الشام والعراق ويسلكه نحو (١١) منخفضاً.

المسار الثالث : مسار جنوبي شرقي إلى جنوب شرق المتوسط ثم يستمر باتجاه الشرق إلى فلسطين والأردن والخليج العربي ووسط هضبة إيران، وهو مسار لا تسلكه المنخفضات إلا نادراً بمعدل مُنخَفَض ونصف سنوياً. (شحادة،١٩٩٠، ص٩٧)

ب–النوع الثاني: هو المنخفضات الحملانية التي تتعرض لها منطقة الدراسة أثناء فصل الربيع وينجم عنها أمطار غزيرة لفترة قصيرة وأماكن محدودة.

مما سبق يتوضح أن المناطق الشمالية من سورية بشكل عام تتعرض لعدد أكبر من المنخفضات بالمقارنة مع المناطق الجنوبية ، كما إن المنخفضات الشمالية أكثر قوة وعمقاً وبالتالي ترافقها أمطار أغزر هطلاً وأطول مدةً (الموسى ، ١٩٩٩، ص٤٤)، ويوضح الشكل رقم (١١–٢) مسارات المنخفضات الجوية فوق البحر المتوسط، والمتوسط السنوي لتكراراتها .



المصدر : الموسى ، ١٩٩٩ ، ص ٤٠

شكل رقم (١١–٢) يوضح مسارات المنخفضات الجوية فوق البحر المتوسط والمتوسط السنوي لتكرارها

٢-١-٣-٥: الكتل الهوائية:

يمكن التمييز بين مجموعتين من الكتل الهوائية التي تؤثر على منطقة الدراسة وهي:

١- مجموعة الكتل الهوائية الباردة وهي:

أ-كتل قطبية قارية (cP):

تنشأ هذه الكتل فوق سيبيريا حيث سيادة الضغط الجوي المرتفع القاري، وتتصف هذه الكتلة ببرودتها الشديدة وجفافها الشديد(موسى، حليمة ،٢٠٠٩،ص٢٩٨)، وتصل إلى شرق البحر المتوسط عبر البلقان وروسيا، وتزداد قوة هذه الرياح الباردة إذا تضاعف وجود الثلوج فوق البلقان وتركيا وذلك بعد مرور المنخفضات الجوية العميقة فوق منطقة شرق البحر المتوسط (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ١٩٧٦، ص ١٦١) ، وتتصف هذه الكتل بعدم استقرارها نتيجة تسخن هوائها تدريجياً في الطبقات السفلى عند مرورها فوق المسطحات المائية الدافئة نسبياً مما يؤدي إلى حالة عدم استقرار وتكون السحب وسقوط بعض الأمطار (البحر الأسود – المتوسط).(الموسى، ١٩٩٩، ص٢٩)

ب- كتل قطبية بحرية (m P):

مصدرها المحيط الأطلنطي الشمالي وتتصف بانخفاض درجة حرارتها((-٢٣) درجة مئوية عند مستوى ٥٠٠ مليبار في شهر كانون الثاني) وبارتفاع رطوبتها (موسى ، حليمة ، ٢٠٠٩،ص٢٩٨) وتصل هذه الكتل إلى منطقة شرقي البحر المتوسط خلف المنخفضات الجوية المتشكلة فوق المحيط الأطلنطي عبر أوروبا، وبسبب مرورها فوق مناطق برية تفقد الكثير من صفاتها،ثم تعود لتكتسب في أثناء مرورها فوق مياه البحر المتوسط الدافئة نسبياً صفاتٍ جديدةً حيث تتميز عند وصولها إلى شرقي البحر المتوسط برطوبتها وبعدم استقرارها، وتؤدي إلى سقوط الأمطار في تلك المنطقة.(الموسى ، ١٩٩٩، ص ٢٩).

ج-الكتل فوق قطبية قارية (c A):

مصدرها الحوض القطبي الشمالي المغطى بنظام ضغط مرتفع حيث تصل كتيار شمالي عميق من الضغط الجوي المرتفع السيبيري، وهي شديدة البرودة، وتعد أبرد كتلة هوائية تؤثر في مناخ حوض البحر المتوسط يصل تأثيرها إلى منطقة الدراسة في فصل الشتاء عبر تركيا في حالة سيطرة امتداد الضغط الجوي المرتفع السيبيري، وتمر بتعديلات ملحوظة في طريقها لحوض البحر المتوسط وتصل إلى المنطقة بتكرار بين (٤-٥) مرات خلال فصل الشتاء (METIOROLOGICAL OFFICE.1962.P13) وفي أثناء سيطرتها على المنطقة تهيمن ظروف الطقس البارد، وقد ينتج عنها حالات إعاقة جوية تقف سداً في وجه المنخفضات الجوية نتيجة للاندفاعات الكثيفة للهواء القطبي القاري الذي يشكل مرتفع معيق (الموسى ،١٩٩٩، ص٣٠).

د- كتل فوق قطبية بحرية(m A):

تعد من الكتل قليلة الأهمية بالنسبة لتأثيرها في حوض البحر المتوسط ، وتصل إلى المنطقة من (٥-٤) مرات في السنة (METIOROLOGICAL OFFICE.1962.P12) وتصبح غير مستقرة فوق البحر المتوسط ، ينتج عنها غيوم من النوع الركامي التي تعطي زخات مطرية عنيفة ، ويشار إلى أن وصول الهواء القطبي الشمالي البحري بشكل مكثف غالباً ما ينتج عنه تشكيل حوض بارد وعادةً ما يرتبط بحالة إعاقة جوية (الموسى ،١٩٩٩، ص٣٠)

٢- الكتل الهوائية الدافئة:

وهي كتل من الهواء تنبعث من حجيرات الضغط المرتفع شبه المداري بين درجتي عرض (٢٥-٣٥) شمال خط الاستواء ويميز بين أنموذجين من هذه الكتل:

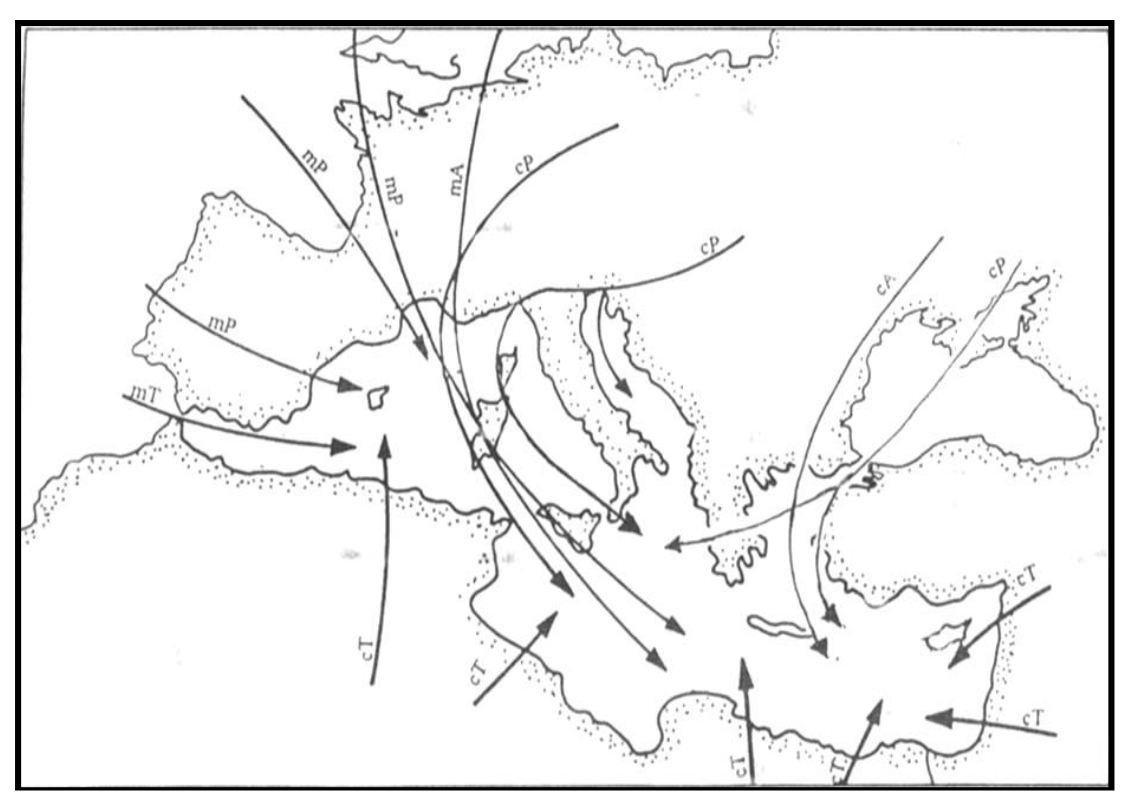
أ- كتل هوائية قارية مدارية(c T):

تتشكل فوق المناطق الصحراوية في شمالي إفريقيا وصحاري شبه الجزيرة العربية ووسط آسيا في فصل الصيف وفي نهاية الربيع وبداية الخريف وهي بشكل عام مرتفعة الحرارة ،محملة بالأتربة ، شديدة الجفاف حيث تتراوح قيم الرطوبة النسبية السطحية صيفاً بين (١٨%-١٦) ، أما في فصل الشتاء فتكون جافة ودافئة نسبياً، وتتراوح قيم الرطوبة السطحية النسبية (٢٤-٢٦%) (الشاعر ،٢٠٠٤، ص١٤٧) (موسى ،حليمة ، ٢٠٠٩،ص٣٠١) تصل هذه الكتل إلى سورية ومنطقة الدراسة في فصل الربيع بشكل خاص وذلك مع المنخفضات الجوية الخماسينية ، وتتعدل بعض صفاتها في أثناء مرورها فوق البحر المتوسط حيث تكتسب بعض الرطوبة وتتسبب في زخات مطرية وحلية تعد من الكوارث الطبيعية في حال حدوثها (موسى ،١٩٩٠، ص٢٩٦)

ب- كتل هوائية بحرية دافئة (m T):

تنشأ فوق المحيطات المدارية حيث تسود حجيرات الضغط المرتفع شبه المداري وتتضخم هذه الكتلة ويزداد انتشارها خلال فصل الصيف نتيجة لازدياد رقعة حجيرات الضغط المرتفع شبه المداري فوق المحيط الأطلنطي المداري وفعاليته، بينما تكون أقل ضخامة في فصل الشتاء (موسى، حليمة، ٢٠٠٩، ص٣٠١).

وتتميز بارتفاع درجة حرارتها ورطوبتها العالية وطابعها المستقر، وهذه الكتل لا تخترق إقليم البحر المتوسط إلاّ نادراً (موسى ،١٩٩٠،ص٢٩٦) ،غير أنه إذا صدف واخترقته كما يحدث في فصل الربيع في أعقاب مرور المنخفضات الجوية الخماسينية فإنها تصل إلى المنطقة على شكل رياح غربية ولكنها لا تسبب في معظم الحالات سقوط الأمطار وإن كانت تظهر معها بعض السحب المنخفضة والزوابع الترابية .(الموسى ،١٩٩٩، ص٣١). والشكل رقم (١٢-٢) يوضح سير الكتل الهوائية فوق البحر المتوسط.



المصدر : الموسى ، ١٩٩٩ ، ص ٢٨

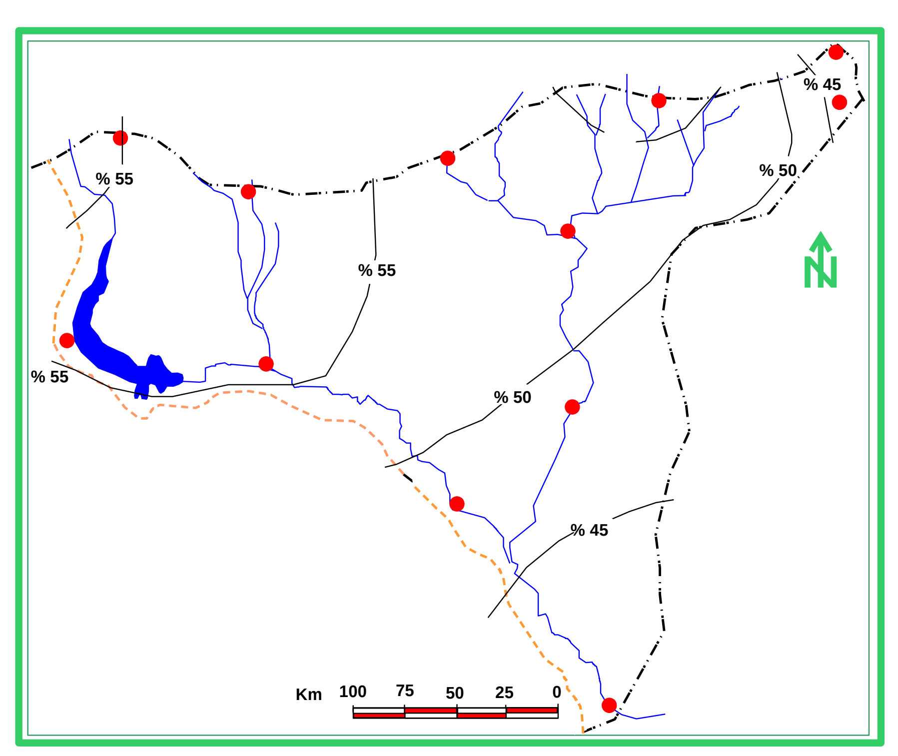
شكل (١٢-٢) يوضح سير الكتل الهوائية فوق حوض البحر المتوسط

٢-١-٣-٦: الرطوبة النسبية

إن المصدر الرئيس للرطوبة الجوية في الجزيرة السورية هو البحر المتوسط والكتل الهوائية الرطبة التي تأتي إلى الإقليم، والأنهار الموجودة ضمن الإقليم (الفرات، الخابور، البليخ) بالإضافة إلى المساحات المائية الصغيرة الموجودة ضمنه.

ولما كانت تغيرات الرطوبة النسبية ترتبط بكمية بخار الماء وبدرجة الحرارة لذلك يلاحظ في فصل الصيف تناقص واضح للرطوبة النسبية من الغرب باتجاه الشرق بالابتعاد عن البحر المتوسط – الشكل (٢-١٣) .

كما إن الرطوبة النسبية تزداد مع الارتفاع عن سطح البحر بسبب تدني درجة الحرارة وتناقص قيم ضغط بخار الماء المشبع . ويساعد انخفاضُ درجة الحرارة في أشهرِ الشتاءِ على زيادة الرطوبة النسبية .



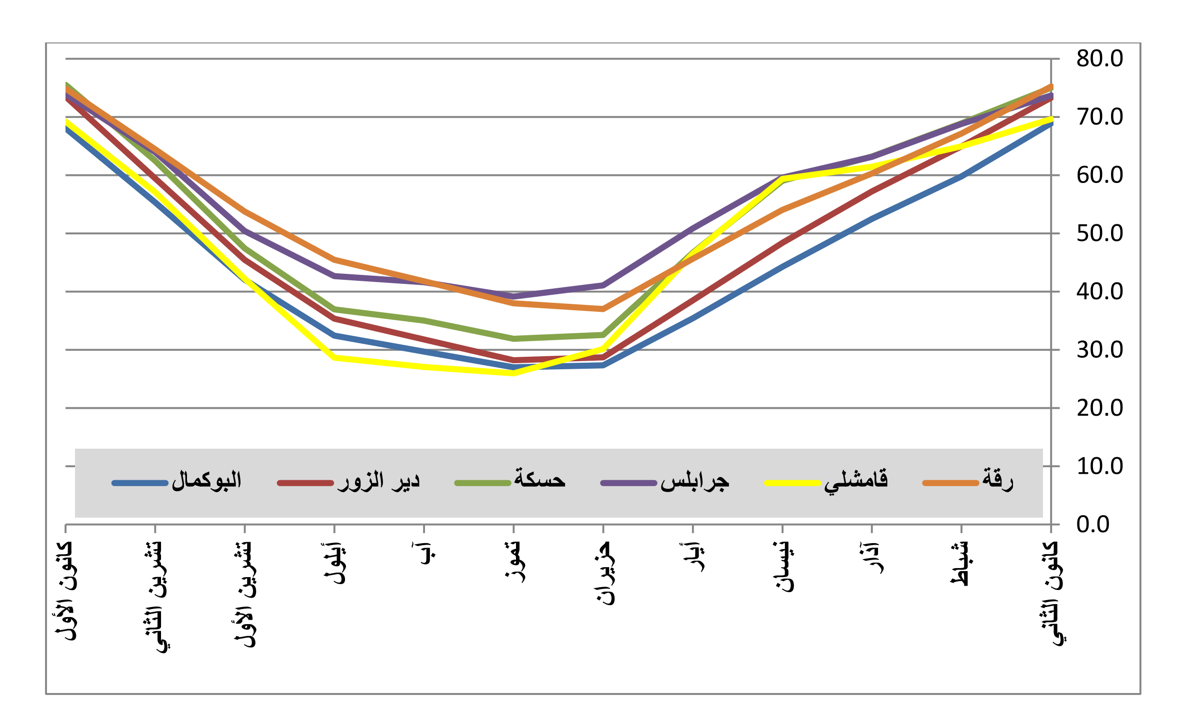
شكل رقم(٢-١٣) توزع المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في الإقليم.

ويتضح من الشكل رقم (٢-١٤) مايأتي:

١. أعلى معدل للرطوبة النسبية هو في شهري كانون الأول وكانون الثاني لجميع المحطات حيث يكون الجو مشبعاً ببخار الماء ودرجات الحرارة منخفضة. ماعدا المنطقة الشمالية الشرقية حيث تنخفض الرطوبة في شهر كانون الثاني بسبب تأثرها برياح الفوهن الهابطة من المرتفعات الشمالية حيث تؤدي إلى ارتفاع نسبي في درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية.

٢.في فصل الصيف تنخفض الرطوبة في شهر تموز إلى ٢٧ % في محطة القامشلي وإلى ٢٨% في البوكمال بسبب ارتفاع درجة الحرارة .

وتتباين الرطوبة الجوية حسب الفصول ودرجات العرض وترتبط ارتباطاً وثيقاً بمعدل التهطال ومتوسط درجة الحرارة كما يوضح الجدول رقم (٣-٢).



الشكل رقم (١٤-٢) يبين متوسط الرطوبة النسبية الشهرية في محطات الجزيرة السورية.

جدول (٣-٢) مقارنة بين الرطوبة الجوية ومتوسط درجة الحرارة والهطول.

البيان / المحطة	المعدل السنوي للرطوبة النسبية%	المعدل السنوي لمتوسط درجة الحرارة م ْ	معدل الأمطار السنوي بالملم
القامشلي	٤٨,٥	١٨,٨	٤٢٠
جرابلس	٥٥,٧	١٧,٥	٢٥٩
الحسكة	٥٢,٨	١٩,٢	٢٧٣,٨
الرقة	٥٤,٨	١٨,٥	١٩٦,٤
دير الزور	٤٨,٧	١٩,٧	١٥٢,٥
البوكمال	٤٥,٣	٢٠,٥	١٣٠,٩

الجدول :من إعداد الطالبة بناءً على معطيات الأرصاد الجوية.

يتضح من الجدول (٣-٢) مايأتي :

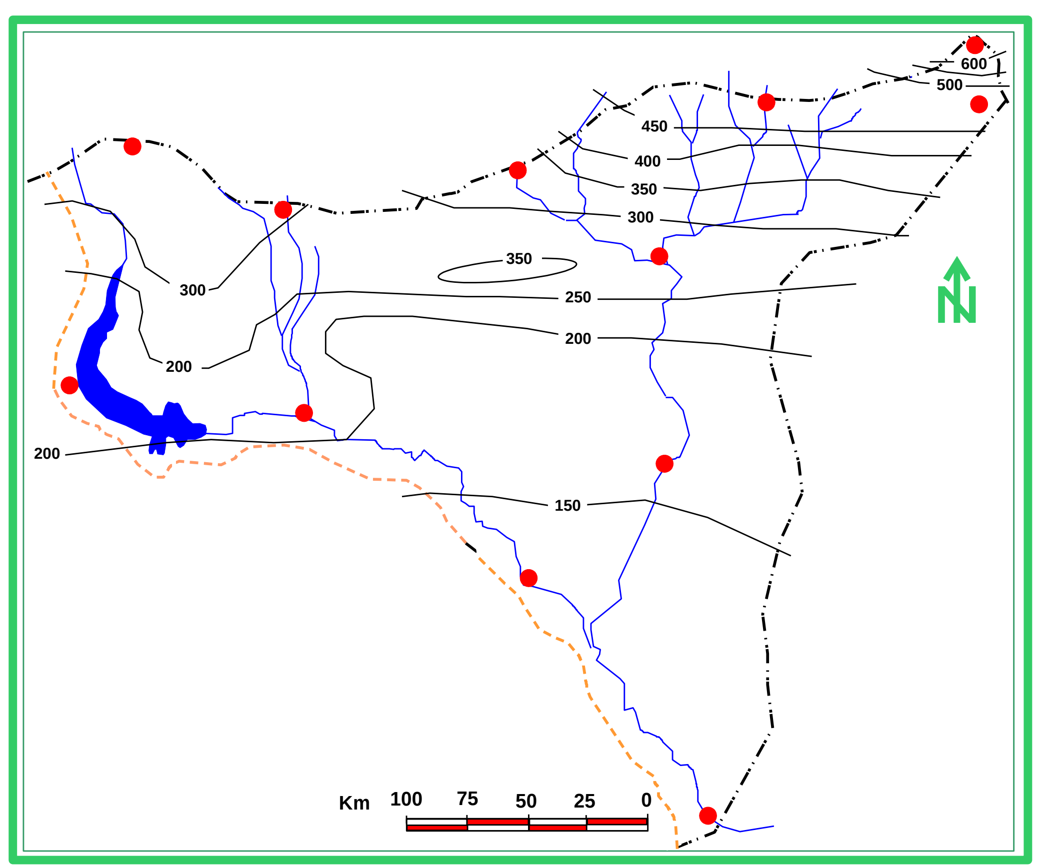
١. الترابط وثيق جداً بين الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة حيث بلغ معامل الارتباط (-٠,٨٦) فالعلاقة بينهما عكسية ،فكلما ارتفعت درجة الحرارة قلت الرطوبة النسبية، والعكس صحيح. البوكمال (الحرارة٢٠,٥ والرطوبة ٤٥,٣%) ، جرابلس (الحرارة١٧,٥ والرطوبة ٥٥,٧ %) .
٢. أن الارتباط بين معدل الرطوبة النسبية السنوي و التهطال قليل مقارنة بالارتباط الوثيق بين معدل الرطوبة النسبية السنوي ومعدل درجة الحرارة السنوي.

٢-٢: توزع الهطل في الإقليم:

٢-٢-١: التوزيع الجغرافي لمتوسط كمية الهطل السنوية :

من دراسة الشكل رقم (٢-١٥) الذي يبين توزع المتوسط السنوي لكمية الهطل في إقليم الجزيرة والفرات يمكن القول :

إن توزيع كمية الهطل في أرجاء الإقليم يغلب البساطة، حيث تتزايد الأمطار من الجنوب باتجاه الشمال وبشكل تدريجي ولا يعكر هذا التدرج سوى العامل التضاريسي حيث يلاحظ تزايد كميات الهطل في جبل عبد العزيز ،ثم تتابع الأمطار بالزيادة مع ازدياد درجة العرض وقد بلغ معامل الارتباط (بيرسون) بين متوسط كمية الهطل السنوي ودرجة عرض المحطة (٠،٨٥) وهو ارتباط قوي يدل على زيادة كميات الهطل السنوية بازدياد درجة العرض، والسبب في ذلك يعود إلى أن عدد المنخفضات الجوية في الشمال أكثر مما هي في الجنوب، وأيضاً ارتفاع المنطقة كلما اتجهنا شمالاً.



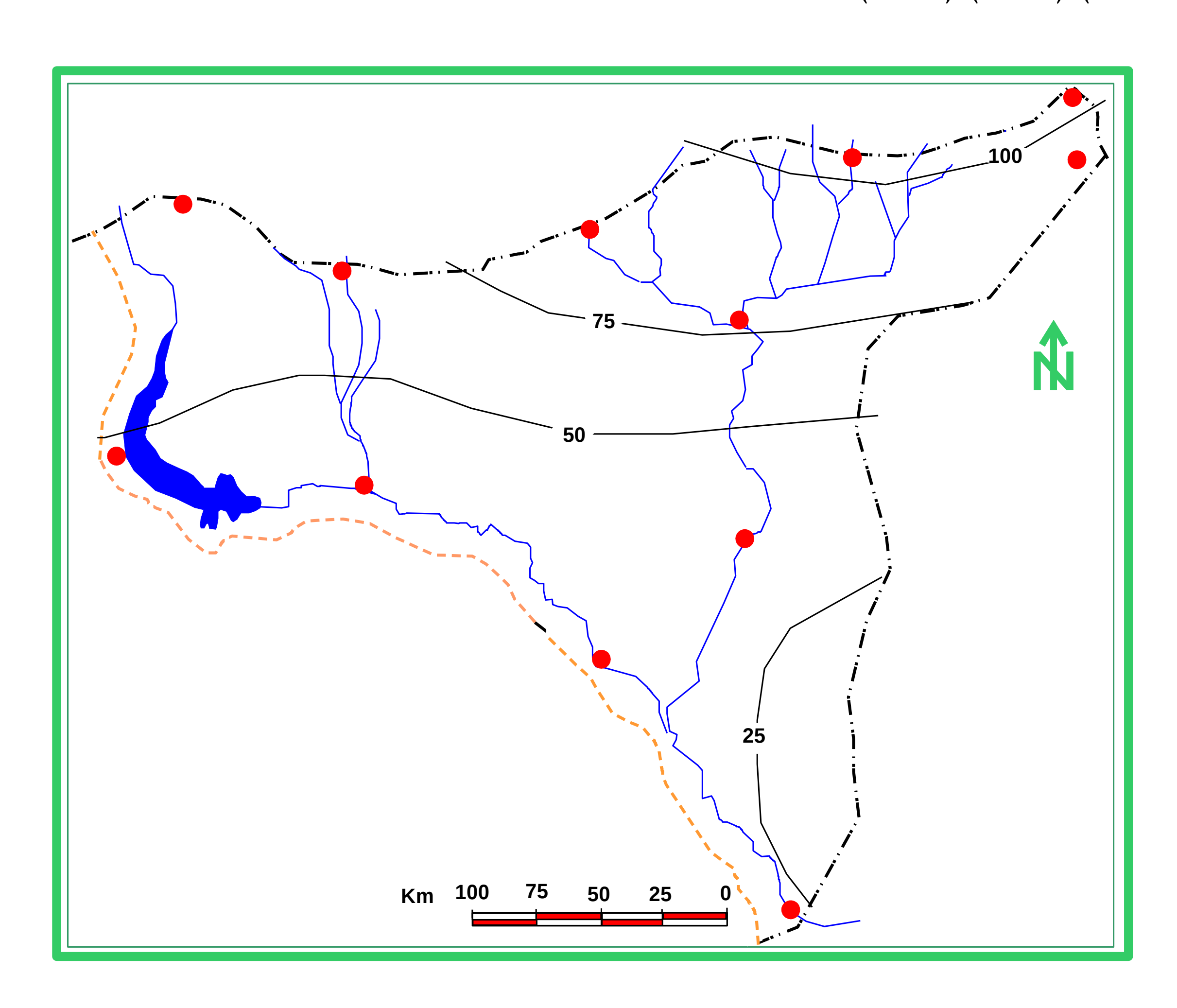
الشكل (٢-١٥) توزع متوسط كمية الهطول السنوية / مم

يلاحظ أن معاملَ الارتباط بين خط الطول وكمية الهطل السنوية (٠،٤٥) فهو ضعيف حيث تغيب القاعدة التي تقول: تتناقص الأمطار شرقاً في سورية، وهي لا تنطبق على إقليم الجزيرة والفرات فحسب، بل وتنعكس هذه القاعدة في المنطقة الشمالية أيضاً حيث تتزايد الأمطار كلما اتجهنا شرقاً

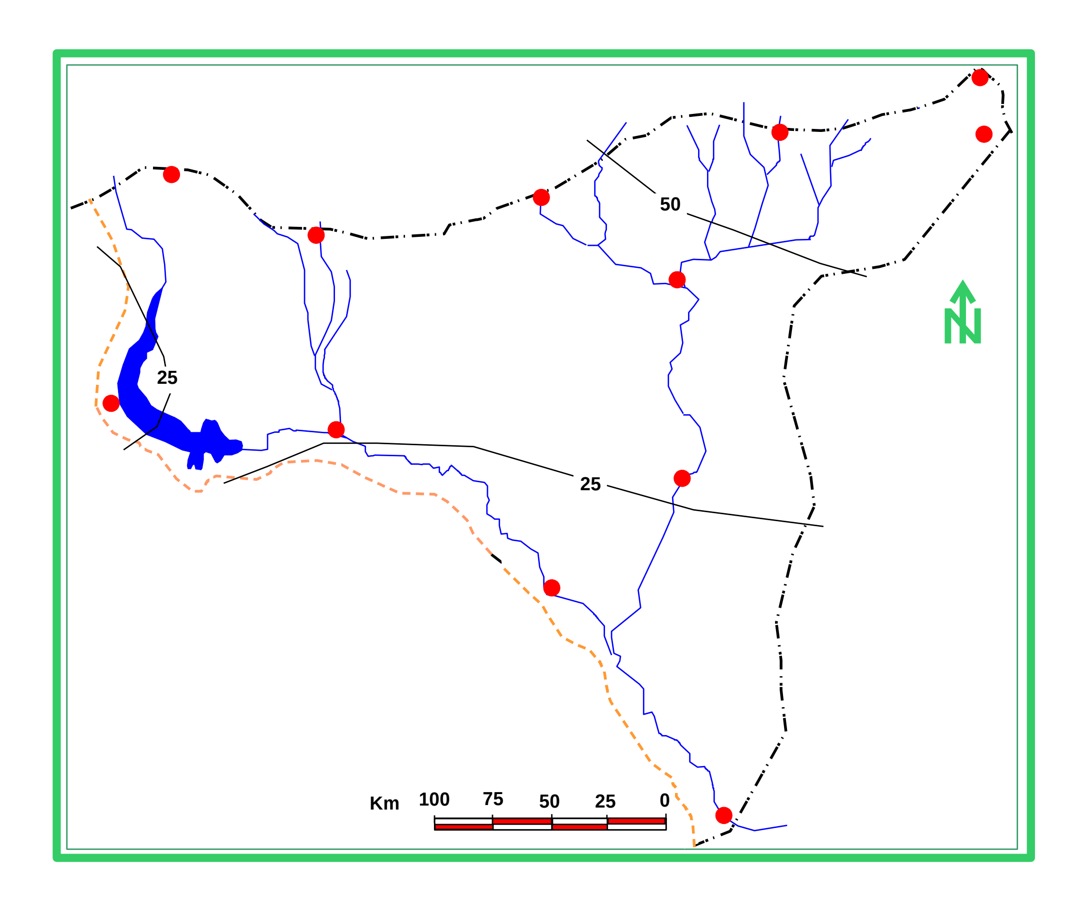
(تل أبيض [٢٧٦] مم ، رأس العين [٢٧٧] مم ، القامشلي [٤٤٢] مم ،مالكية [٥٥٢] مم) مع الأخذ بعين الاعتبار بأنها تختلف فيما بينها تضاريسياً.

ويؤدي عامل الارتفاع دوراً في توزيع كمية الهطل السنوية حيث بلغ معامل الارتباط بين ارتفاع المحطة عن سطح البحر ومتوسط كمية الهطل السنوية (٠،٩٢) وهو ارتباط قوي، فالمناطق الأكثر ارتفاعاً (الجزيرة العليا) أكثر هطلاً من الجزيرة الوسطى الأقل ارتفاعاً ،والتي هي بدورها أكثر هطلاً من الجزيرة الدنيا (وادي الفرات) الأقل منها ارتفاعاً.

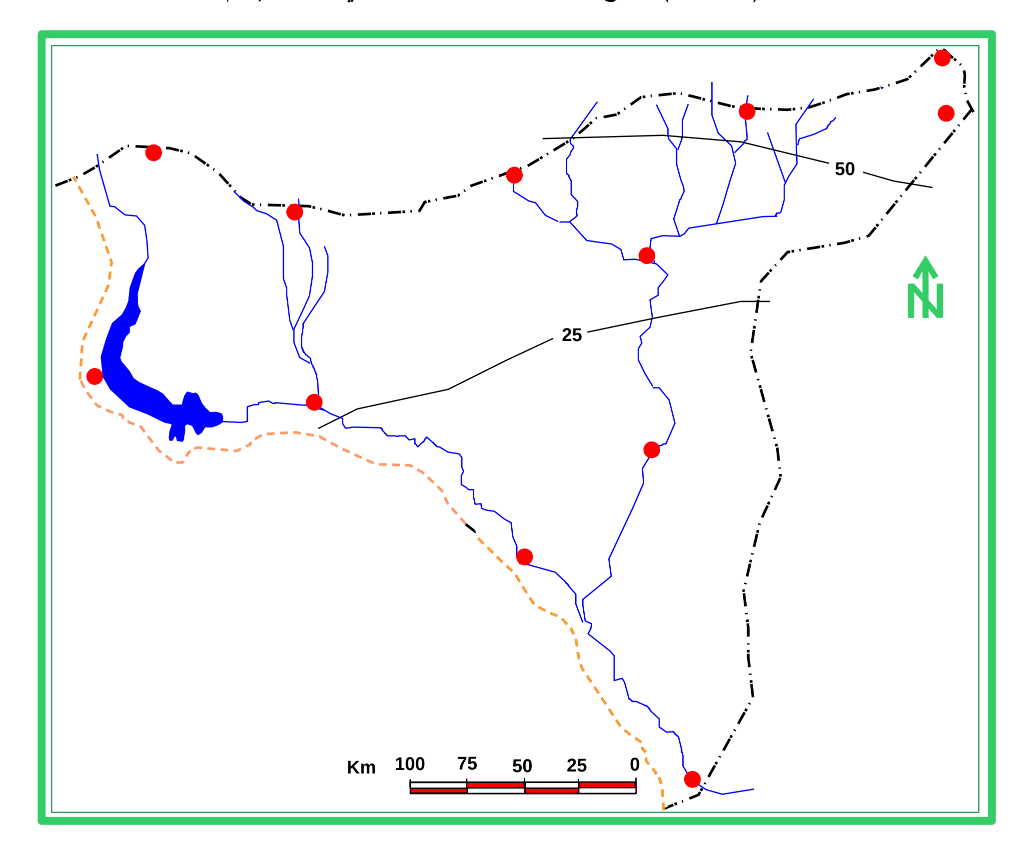
ينطبق هذا التوزيع، إلى حد بعيد، على التوزيع الجغرافي لكميات الهطل خلال أشهر السنة (كل شهر على حدة) كما تبين ذلك الأشكال رقم (٢-١٦) (٢-١٧) (٢-١٨) (٢-١٩) (٢-٢٠) (٢-٢١) (٢-٢٢) (٢-٢٣).



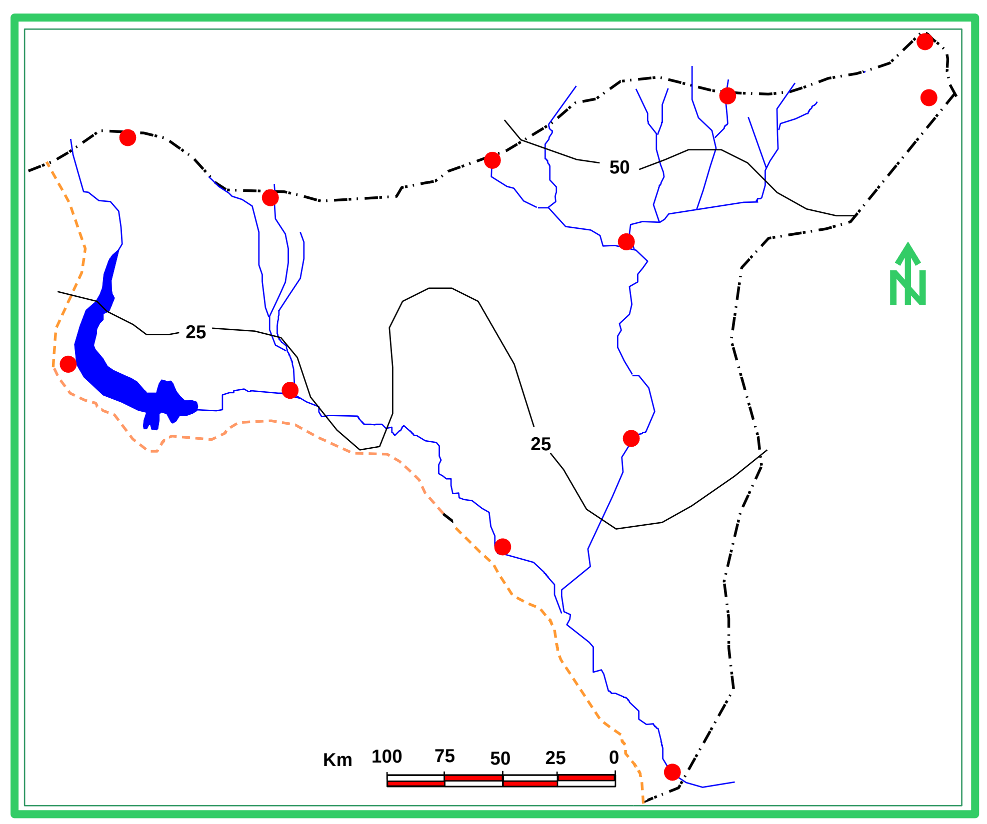
الشكل (٢-١٦) توزع متوسط كمية الهطول في كانون الثاني / مم



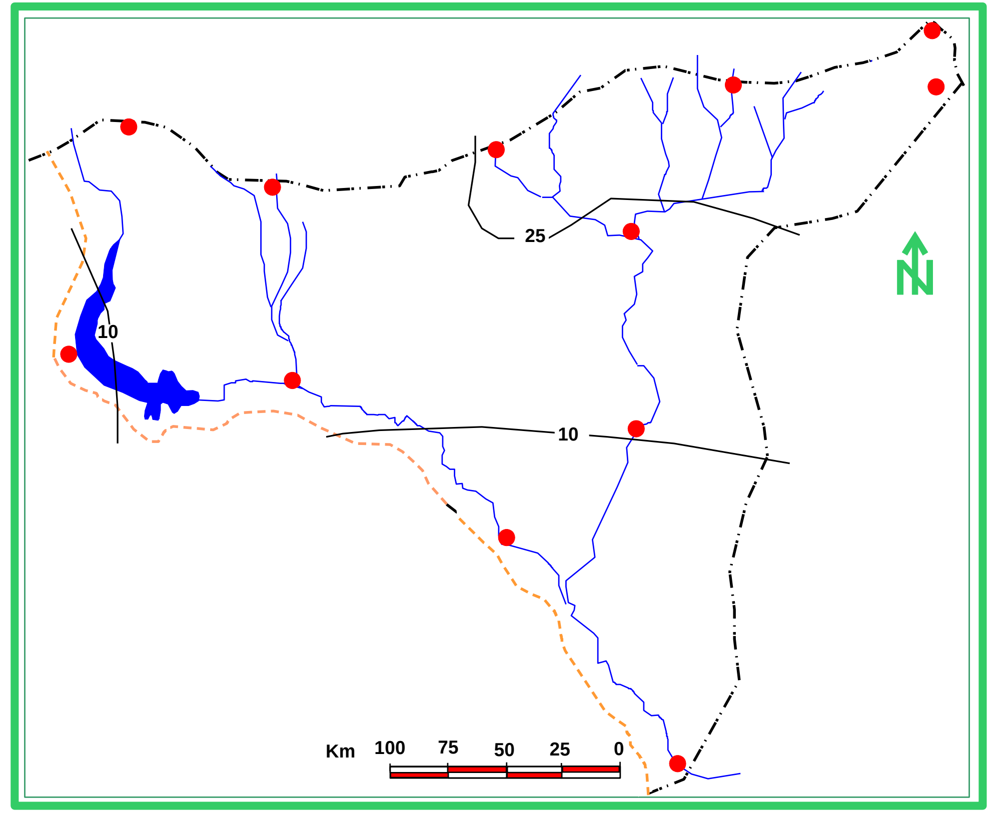
الشكل (١٧-٢) توزع متوسط كمية الهطول في شباط / مم



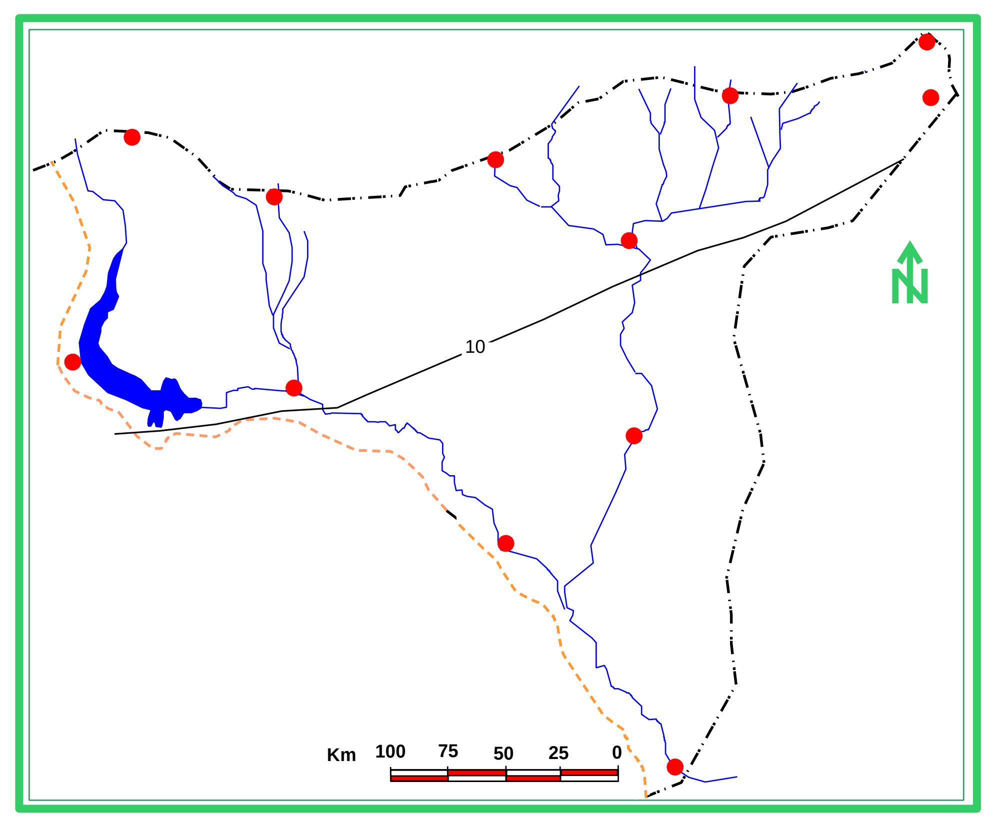
الشكل (١٨-٢) توزع متوسط كمية الهطول في آذار /مم



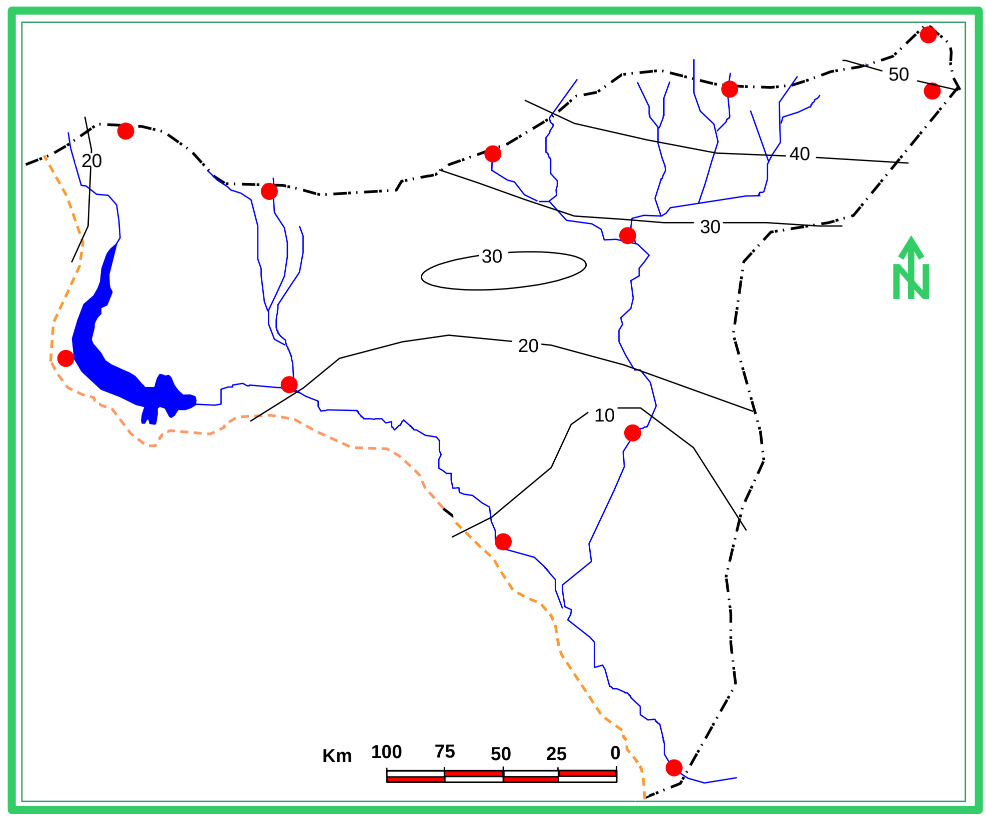
الشكل (١٩-٢) توزع متوسط كمية الهطول في نيسان / مم



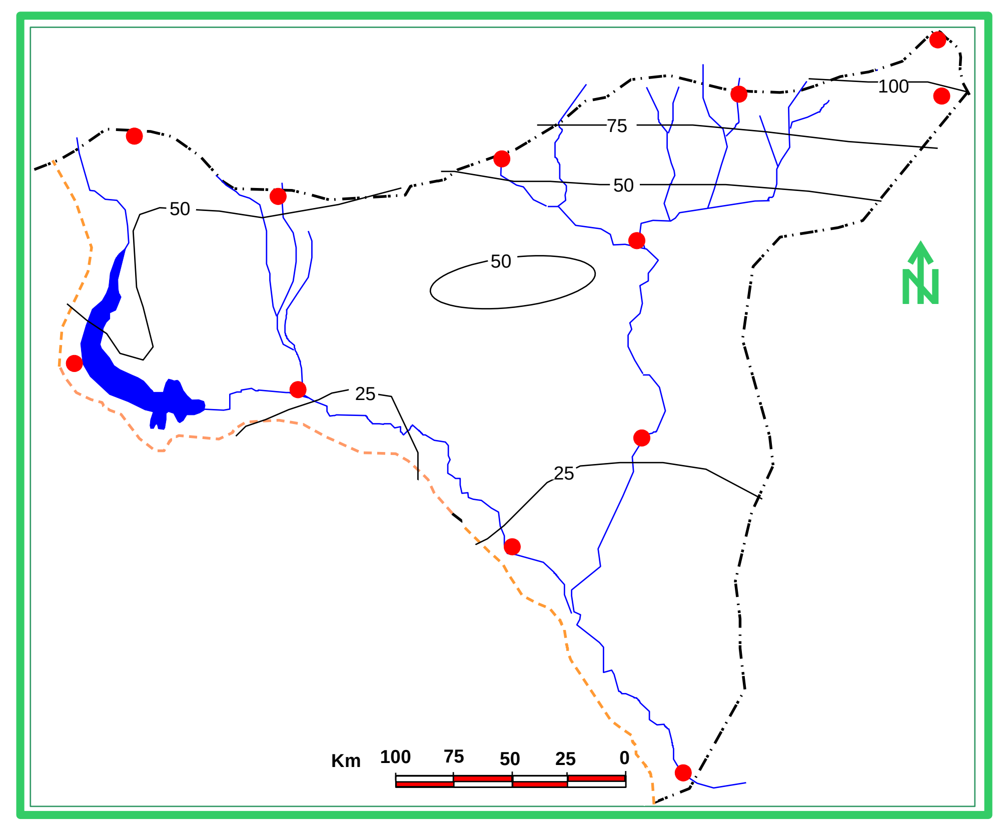
الشكل (٢٠-٢) توزع متوسط كمية الهطول في أيار / مم



الشكل (٢١-٢) توزع متوسط كمية الهطول في تشرين١ / مم



الشكل (٢٢-٢) توزع متوسط كمية الهطول في تشرين٢ / مم



الشكل (٢-٢٣) توزع متوسط كمية الهطول في كانون ١ / مم

٢-٢-٢: التوزيع الزمني:

٢-٢-٢-١: التوزيع الشهري :

تتباين كمية الهطل خلال أشهر السنة في سورية وكذلك في إقليم الدراسة لأنه جزءاً منها، حيث تترافق أعلى كميات الهطل مع فترة مرور المنخفضات الجوية إلى البحر المتوسط قادمة من المحيط الأطلنطي أو تشكلها محلياً فوق المتوسط . بينما تسجل أدنى قيم للهطل عند تراجع هذه المنخفضات في مرورها وتشكلها وعددها ،حيث تتأثر هذه المنخفضات بزحزحة مواقع الضغط المرتفع نحو الشمال أو الجنوب .

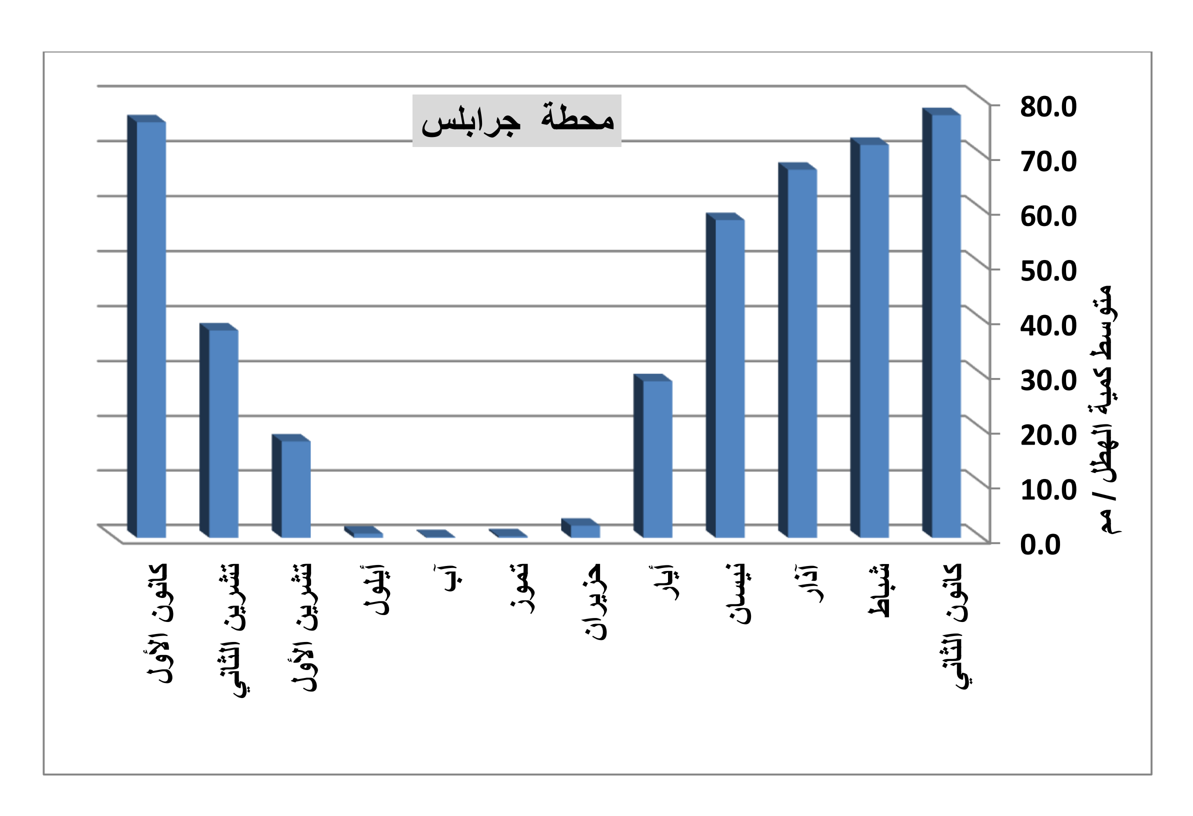
ومن دراسة الأشكال رقم [(٢-٢٤)،(٢-٢٥)،(٢-٢٦)،(٢-٢٧)،(٢-٢٨)،(٢-٢٩)] والجدول رقم (٢-٣) التي تبين التوزيع الشهري لكمية الهطل خلال سنوات الرصد نصل إلى النتائج الآتية :

١. يتركز الهطل في محطات الإقليم خلال الشهور التالية:(كانون الثاني ، كانون الأول ،تشرين الأول ، تشرين الثاني ، شباط ، آذار ، نيسان ، أيار ، حزيران ، أيلول)، بينما ينعدم الهطل في المحطات كافة خلال شهري آب وتموز .
٢. تسقط أعلى كمية للهطل خلال شهري (كانون الأول وكانون الثاني) في جميع المحطات ، بينما تصل كميات الهطل إلى أدنى قيم لها خلال شهري(حزيران وأيلول).

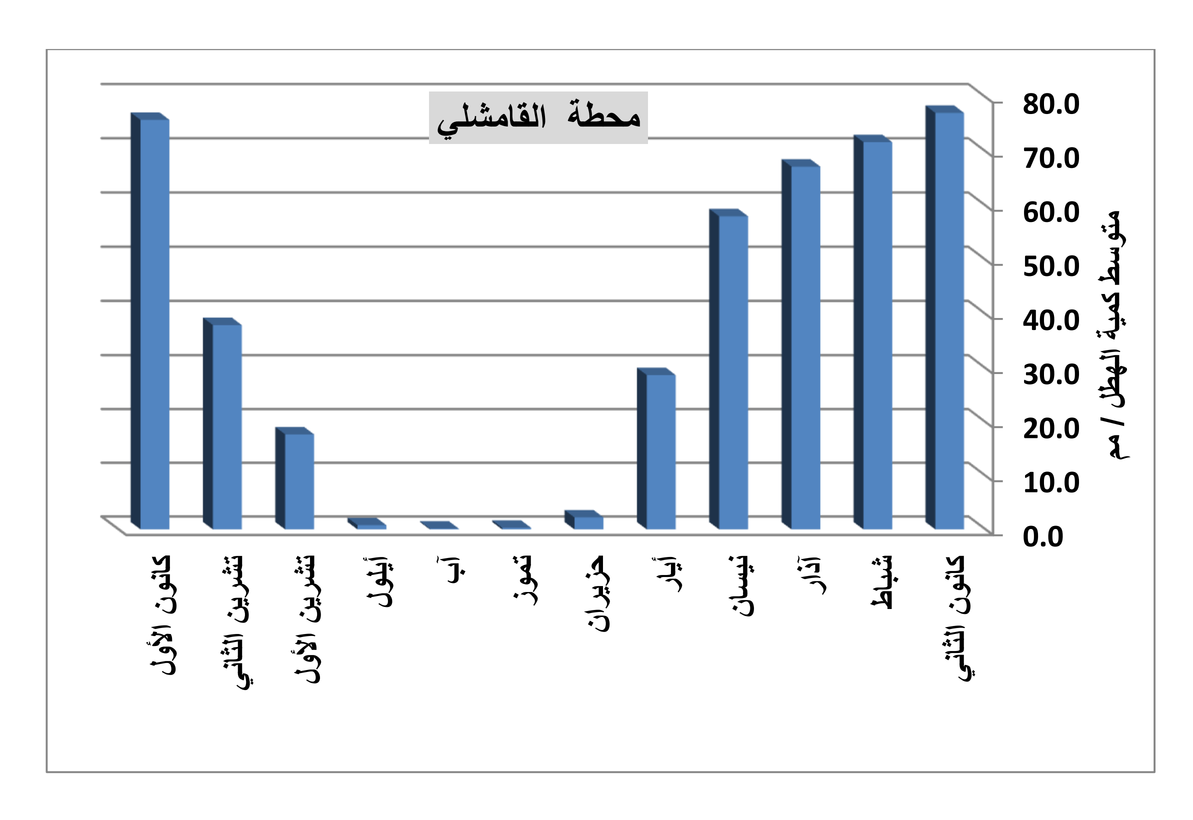
٣. أشهر المطر الفعلية في البوكمال وجرابلس والحسكة والقامشلي هي (كانون الأول، وكانون الثاني، وشباط، وآذار، ونيسان)، بينما أشهر المطر الفعلية في الرقة ودير الزور هي (تشرينا الأول والثاني، وكانون الثاني، وشباط، وآذار، ونيسان)

٤. تعد أشهر (تشرين الأول وتشرين الثاني وأيار) انتقالية في كل من محطة الحسكة والرقة (الحسكة [تشرين الأول (٥٠١%) ،تشرين الثاني (٩،٩%)، أيار (٧،٠%)] ، الرقة [تشرين الأول (٦،٤%) ، وتشرين الثاني (٩،٣%) ، أيار (٦،٩%)])، بينما يعد شهرا (تشرين الثاني وأيار) انتقاليين في محطة القامشلي (تشرين الثاني (٩،٢%)،أيار(٦،٧%)) وشهرا (تشرين الأول وأيار) انتقاليين في جرابلس (تشرين الأول (٦،٦%) ،أيار (٦،١%))، وشهر(أيار) فقط انتقالياً في محطتي دير الزور (٥،٦%) ،و البوكمال (٥،٣%).

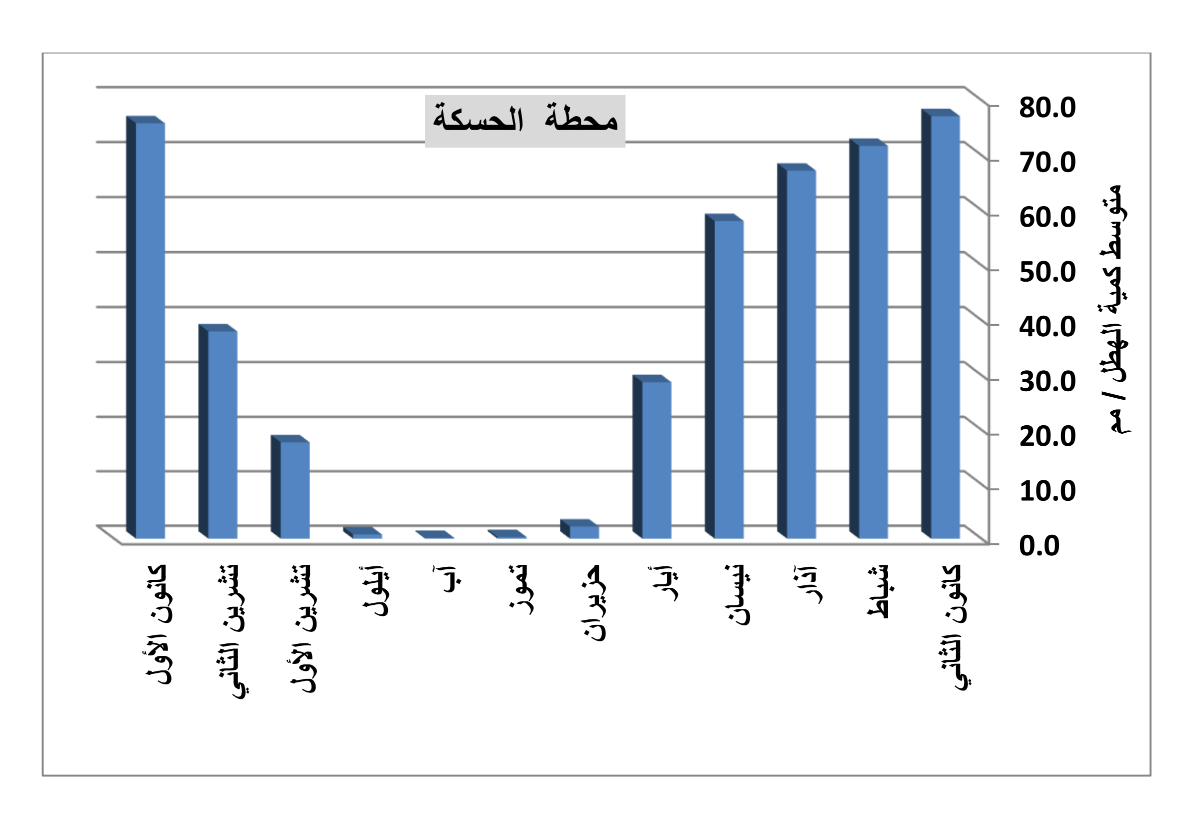
٥. يعد شهر كانون الثاني الأغزر مطراً في جميع محطات الإقليم حيث سجلت فيه أعلى النسب الشهرية من المتوسط السنوي (الحسكة (١٨،٠%) ،جرابلس (١٨،٣%)،دير الزور (١٨،٦%)، البوكمال (١٧،٨%)).



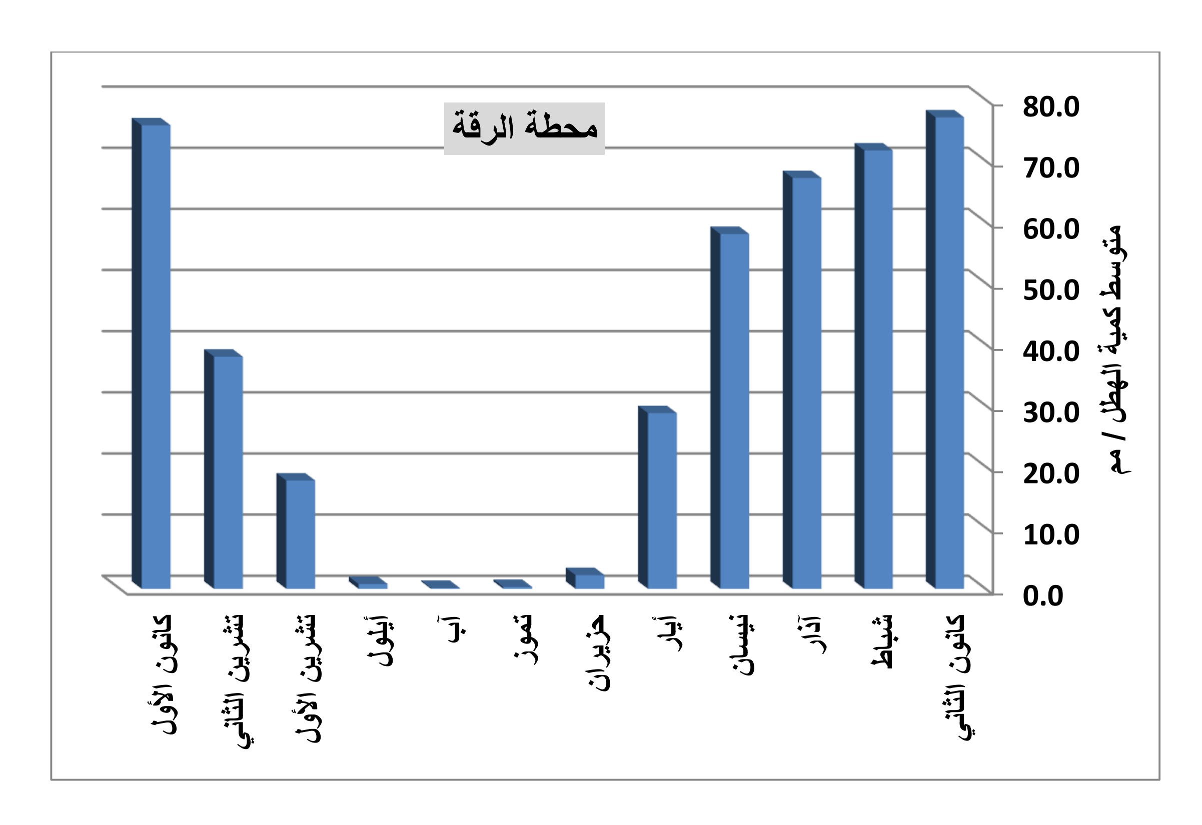
الشكل رقم (٢٤-٢) يبين التوزيع الشهري للهطل في محطة جرابلس خلال فترة الرصد



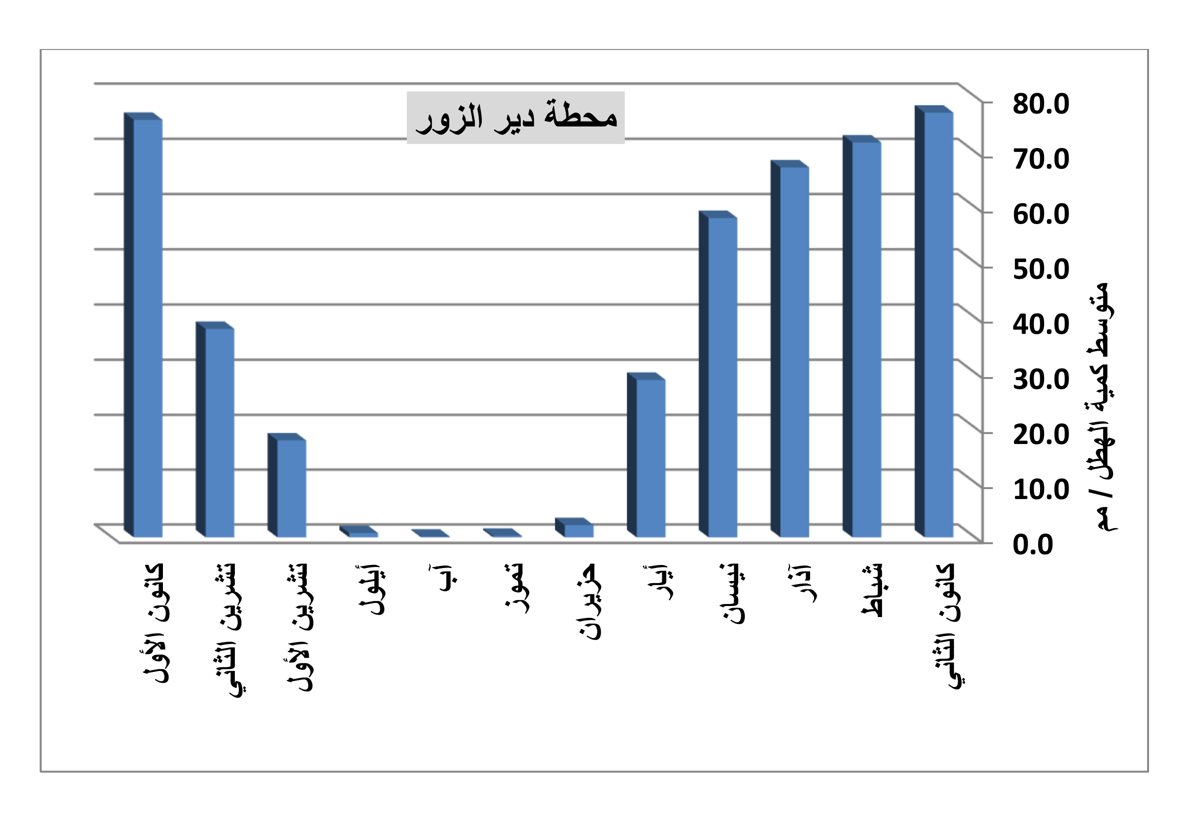
الشكل رقم (٢-٢٥) يبين التوزيع الشهري للهطل في محطة القامشلي خلال فترة الرصد



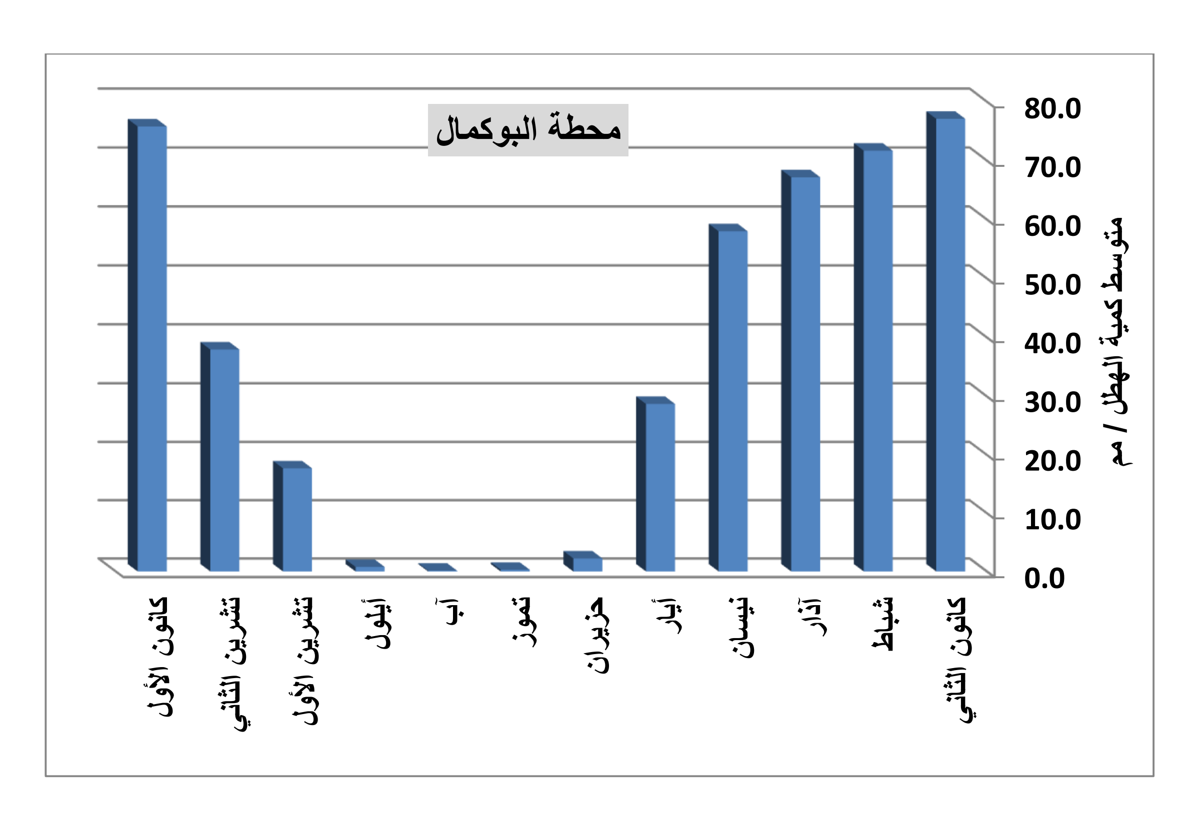
الشكل رقم (٢-٢٦) يبين التوزيع الشهري للهطل في محطة الحسكة خلال فترة الرصد



الشكل رقم (٢٧-٢) يبين التوزيع الشهري للهطل في محطة الرقة خلال فترة الرصد



الشكل رقم (٢٨-٢) يبين التوزيع الشهري للهطل في محطة دير الزور خلال فترة الرصد



الشكل رقم (٢٩-٢) يبين التوزيع الشهري للهطل في محطة البوكمال خلال فترة الرصد

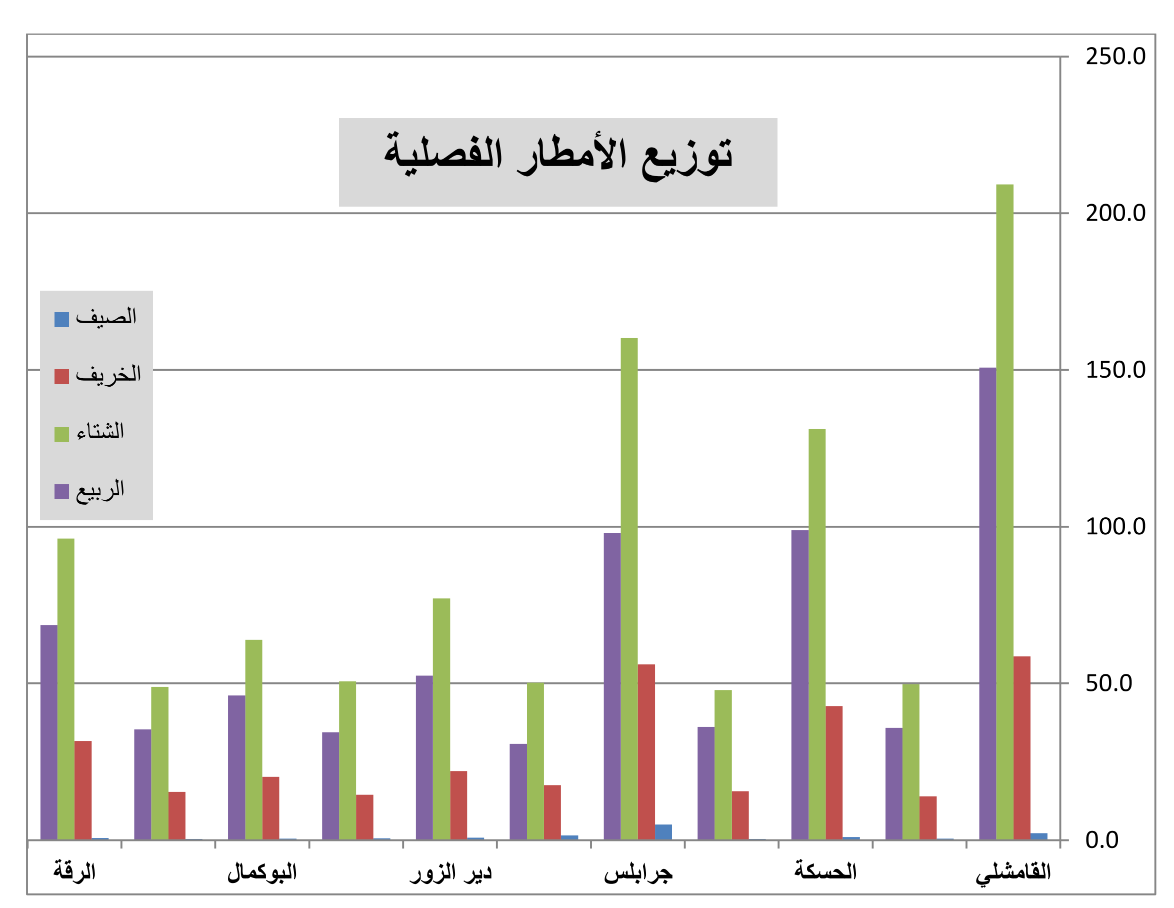
جدول رقم (٤-٢) يبين المتوسطات الشهرية لكمية الهطل ونسبتها من المتوسط السنوي ويحدد حالة الشهر من حيث الرطوبة والجفاف

الحسكة	الشهر	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار
	المتوسط الشهري	1.8	14	27	39.9	49.4	41.8	39.9	39.7	19.2
	نسبة المتوسط الشهري بالنسبة للمتوسط السنوي%	0.7	5.1	9.9	14.6	18.0	15.3	14.6	14.5	7.0
	حالة الشهر	جاف	انتقالي	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي
القامشلي	المتوسط الشهري	0.8	19.2	38.5	64.4	75.8	68.9	64.4	58	28.3
	نسبة المتوسط الشهري بالنسبة للمتوسط السنوي%	0.2	4.6	9.2	15.3	18.0	16.4	15.3	13.8	6.7
	حالة الشهر	جاف	جاف	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي
جرابلس	المتوسط الشهري	2.1	21	34.1	54.1	58	45.8	43.5	34.2	19.5
	نسبة المتوسط الشهري بالنسبة للمتوسط السنوي%	0.1	6.6	10.7	17.1	18.3	14.4	13.7	10.8	6.1
	حالة الشهر	جاف	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي
دير الزور	المتوسط الشهري	0.2	6.3	15.6	23.2	28.4	25.5	24.3	19.7	8.5
	نسبة المتوسط الشهري بالنسبة للمتوسط السنوي%	0.1	4.1	10.2	15.2	18.6	16.7	15.9	12.9	5.6
	حالة الشهر	جاف	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي
رقة	المتوسط الشهري	0.7	12.6	18.3	30.1	35.6	30.5	32.6	22.4	13.6
	نسبة المتوسط الشهري بالنسبة للمتوسط السنوي%	0.4	6.4	9.3	15.3	18.1	15.5	16.5	11.4	6.9
	حالة الشهر	جاف	انتقالي	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي
البوكمال	المتوسط الشهري	0.3	5.7	14.1	19.8	23.4	20.7	21.4	18.2	7
	نسبة المتوسط الشهري بالنسبة للمتوسط السنوي%	0.2	4.3	10.7	15.1	17.8	15.8	16.3	13.9	5.3
	حالة الشهر	جاف	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي

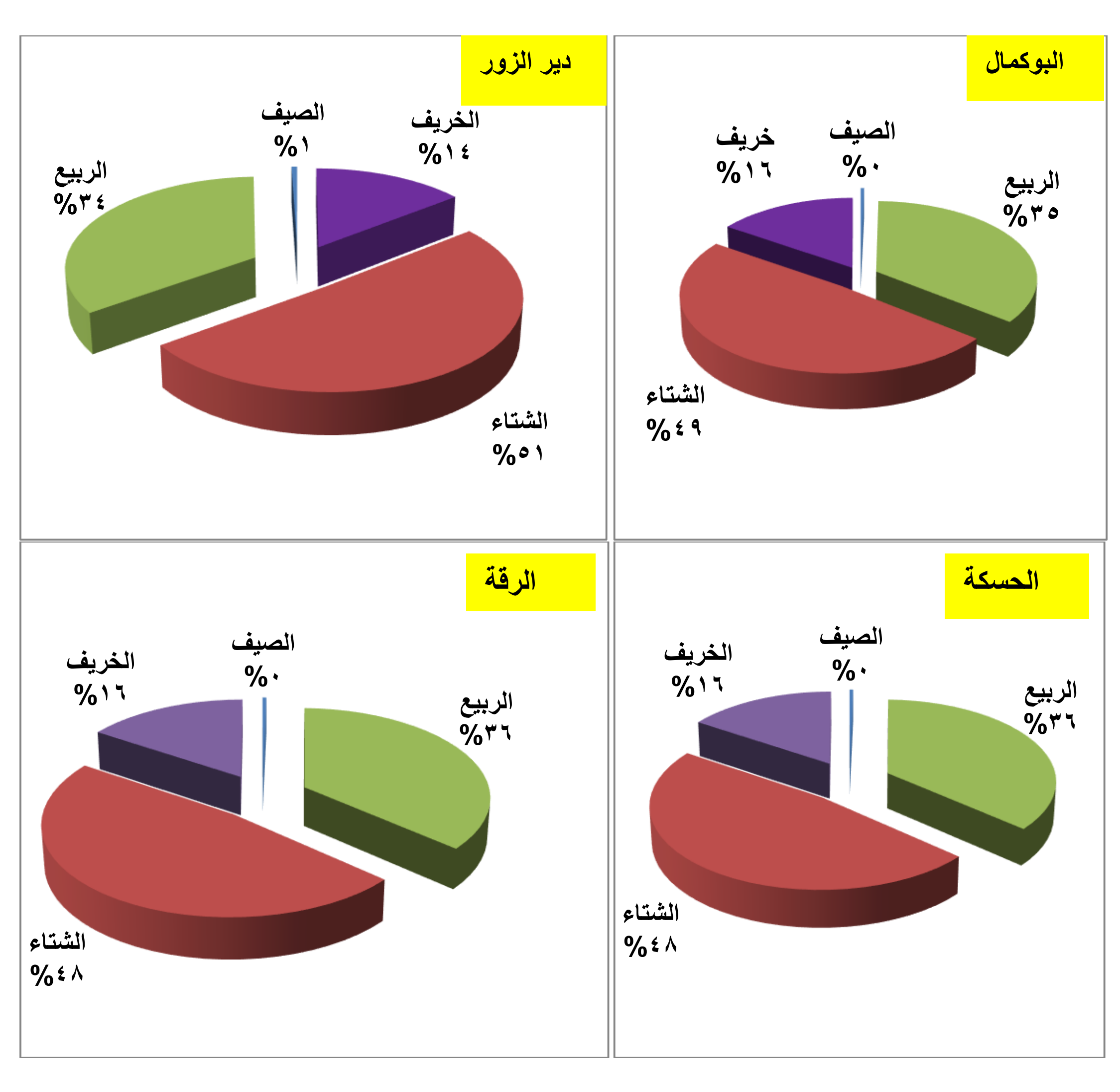
المصدر:الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات مديرية الأرصاد الجوية بدمشق

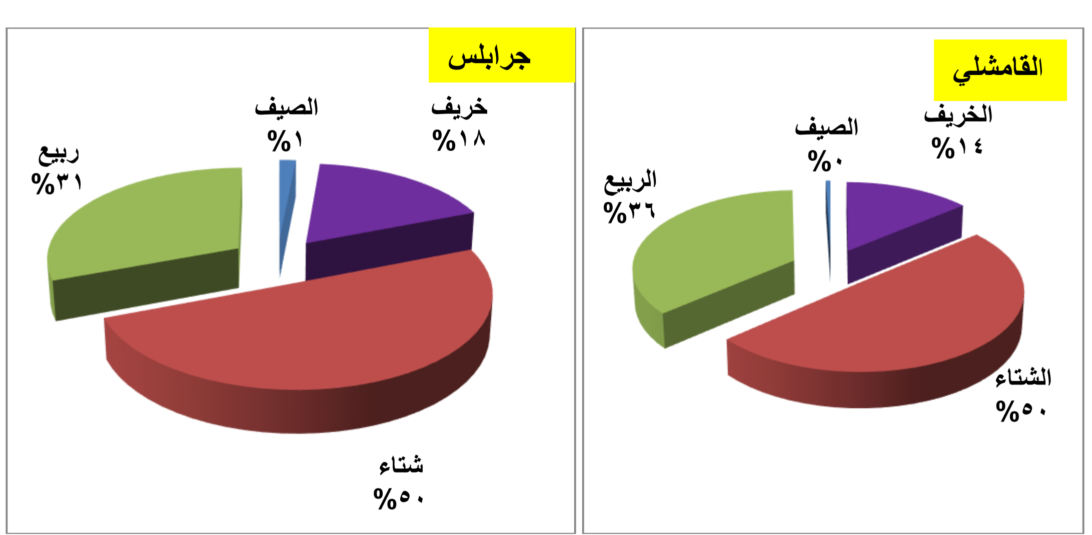
٢-٢-٢-٢: التوزيع الفصلي:

من خلال دراسة التوزيع الشهري للهطل تبين أن مجموع الهطل السنوي يتوزع على ثلاثة فصول (الخريف – الشتاء– الربيع) ،ومن خلال الشكل رقم (٣٠-٢) الذي يبين التوزيع الفصلي لكميات الهطل نجد أن الهطل يبدأ في فصل الخريف بكميات قليلة ثم يزداد في فصل الشتاء، ليعود ويقل في فصل الربيع، وينعدم الهطل مع بداية فصل الصيف، ومن الشكل رقم (٣١-٢) الذي يبين النسب المئوية للهطل حسب الفصول تتأتي الدراسة التحليلية الآتية لتوزيع كميات الهطل ي أثناء فصول السنة المختلفة .



الشكل رقم (٣٠-٢) يبين التوزيع الفصلي للهطل في محطات الإقليم خلال فترة الرصد





الشكل رقم (٣١-٢) يبين التوزع النسبي لكمية الأمطار الفصلية في محطات الدراسة

أ. **فصل الخريف :**

يعد فصل الخريف بداية موسم الهطل في منطقة شرقي البحر المتوسط بعد انقطاع الهطل خلال أشهر الصيف، حيث يبدأ تأثر المنطقة بمراكز الضغط الجوي المؤثرة شتاءً، وتبدأ المنخفضات الجوية بالتأثير بالمنطقة اعتباراً من بداية شهر أيلول مسببة عدم استقرار جوي واضطرابات، وتكون المنخفضات أثناء هذه الفترة ضعيفة بالمقارنة مع نظيراتها الشتوية والربيعية وبطيئة الحركة باتجاه شرقي المتوسط (الشاعر ،١٩٨٩،ص٨٦).

وبشكل عام يعد شهر تشرين الأول بداية موسم الهطل في الإقليم، و في بعض السنوات يتأخر موعد سقوط الهطل إلى تشرين الثاني، وفي سنوات أخرى قد يمر فصل الخريف من دون أمطار (كما حدث في البوكمال عام ١٩٩١وعام ١٩٩٩ حيث بلغت كمية الهطل في فصل الخريف (٠)، وفي الحسكة والرقة ودير الزور عام ١٩٩٩ حيث بلغت كمية الهطل في فصل الخريف على التوالي (٠،١)مم ،(٠،٣)مم ،(٠،٧)مم وهذا الموضوع ذو علاقة بتوزيع الضغط الجوي والمنخفضات الجوية .

ومن دراسة الجدول رقم (**٥–٢**) والشكل رقم (**٣١–٢**) اللذين يبينان متوسطات كمية الهطل في فصول العام ونسبتها من المتوسط السنوي يمكننا تسجيل الملاحظات الآتية :

١– تبلغ كميات الهطل أثناء هذا الفصل بين (٦٠–٢٠) مم حيث تتزايد الكمية بالاتجاه من الجنوب إلى الشمال [البوكمال (٢٠,٢)مم ،الحسكة (٤٢,٨)مم ،القامشلي (٥٨,٦)مم] ، ومن الشرق إلى الغرب في المنطقة الجنوبية من الإقليم [البوكمال (٢٠,٢)مم ، دير الزور(٢٢) مم، الرقة (٣١,٧) مم].

٢– تتراوح نسبة كميات الهطل في الخريف بين (١٤–١٨%) من المتوسط السنوي.[القامشلي (١٣،٩%) ، جرابلس (١٧،٦%)].

٣– تتقارب النسب المئوية لكميات الهطل في الخريف ولكنها تكون أعلى في المحطات الشمالية مما هي عليه في المحطات الجنوبية [جرابلس (١٧،٦%) ، الحسكة (١٥،٦%) ، البوكمال (١٥،٤%)].

الجدول رقم (٥-٢) يبين متوسط الهطل الفصلي ونسبته المئوية من المتوسط السنوي

		الصيف	الخريف	الشتاء	الربيع
القامشلي	المتوسط الفصلي	2.2	58.6	209.2	150.7
	نسبة المتوسط الفصلي من المتوسط السنوي %	0.5	13.9	49.7	35.8
الحسكة	المتوسط الفصلي	1.0	42.8	131.2	98.8
	نسبة المتوسط الفصلي من المتوسط السنوي %	0.4	15.6	47.9	36.1
جرابلس	المتوسط الفصلي	4.9	56.0	160.1	98.0
	نسبة المتوسط الفصلي من المتوسط السنوي %	1.5	17.6	50.2	30.7
دير الزور	المتوسط الفصلي	0.8	22.0	77.1	52.5
	نسبة المتوسط الفصلي من المتوسط السنوي %	0.5	14.4	50.6	34.4
البوكمال	المتوسط الفصلي	0.5	20.2	64.0	46.2
	نسبة المتوسط الفصلي من المتوسط السنوي %	0.4	15.4	48.9	35.3
الرقة	المتوسط الفصلي	0.7	31.7	96.2	68.6
	نسبة المتوسط الفصلي من المتوسط السنوي %	0.4	16.1	48.8	34.8

الجدول من حساب الطالبة اعتماداً على بيانات مديرية الأرصاد الجوية بدمشق

ب- فصل الشتاء :

يعد فصل الشتاء فصل الهطولات الغزيرة نسبياً في إقليم الجزيرة والفرات السوري حيث يتركز الهطل في أشهر الشتاء (كانون الأول ، كانون الثاني ، شباط) ويلاحظ من الجدول رقم (٥-٢) والشكل رقم (٣١-٢) الآتي :

١- يهطل في هذا الفصل حوالي (٥٠%) من المجموع السنوي للهطل (جرابلس [٥٠،٢%] ، القامشلي [٤٩،٧%]).

٢- تعد المحطات الشمالية من الإقليم أكثر هطلاً من المحطات الجنوبية (القامشلي (٢٠٩) مم ، جرابلس (١٦٠) مم ،الحسكة (١٣١) مم ، دير الزور(٧٧) مم ، البوكمال (٦٤) مم) كما تتناقص كميات الهطل كلما اتجهنا من الغرب إلى الشرق في المنطقة الجنوبية من الإقليم (الرقة (٩٦) مم ، دير الزور (٧٧) مم ، البوكمال (٦٤) مم .

والسبب في هذا التوزيع يعود للمنخفضات الجوية التي تؤثر على المنطقة والتي يزداد عددها بالاتجاه شمالاً ويقل تأثيرها كلما اتجهنا شرقاً. وفي بعض الحالات تتشكل حالة إعاقة جوية أثناء فصل الشتاء بسبب سيادة امتداد للضغط الجوي المرتفع السيبيري الأمر الذي يمنع مرور المنخفضات الجوية إلى منطقة شرقي المتوسط، وفي هذه الحالة يسود طقس صحو بارد نسبياً (جاف) (الموسى ،٢٠٠٢،ص١٢٢).

ج- فصل الربيع :

تبدأ أعداد المنخفضات الجوية بالتناقص مع بداية هذا الفصل بعد أن بلغت ذروتها في فصل الشتاء وما يصل منها للإقليم يكون ضعيفاً بالمقارنة مع نظيراتها خلال فصل الشتاء ، وتظهر في هذا الفصل (الربيع) الأمطار الحملانية (التصاعدية)إلى جانب الأمطار الإعصارية، والأمطار التصاعدية تنتج عن التسخين الشديد لسطح الأرض الذي يؤدي إلى تشكل تيارات صاعدة تتبرد أديباتياً، وتتكاثف ، وتتساقط الأمطار، إضافة إلى البرد (في حال توفر شرط الرطوبة فيها والشروط الجوية الملائمة للهطل) .

ويلاحظ من الجدول (٥-٢) والشكل (٣١-٢) ما يأتي:

١- أن نسبة الأمطار الربيعية تقترب إلى حد ما من نسبة الأمطار الشتوية في كافة المحطات مقارنة مع الأمطار الخريفية حيث تشّكل الأمطار الربيعية من ضعفين إلى ثلاثة أضعاف من كمية الأمطار الخريفية وتبلغ هذه النسبة بين (٣٠ -٣٦%) من المجموع السنوي للهطل (القامشلي [٣٥،٨%]، البوكمال [٣٥،٣%]).

٢- إن الجزء الشمالي من الإقليم أكثر هطلاً في فصل الربيع بالمقارنة مع المحطات الجنوبية (القامشلي (١٥٠،٧) مم ، الحسكة (٩٩) مم ، دير الزور (٥٢،٥) مم ، البوكمال (٤٦،٢) مم كما تقل كميات الهطل من الغرب إلى الشرق في المنطقة الجنوبية من الإقليم [الرقة (٦٨،٦) مم ، دير الزور (٥٢،٥) مم ،البوكمال (٤٦،٢) مم] وذلك ارتباطاً مع تناقص الرطوبة النسبية بالاتجاه من الغرب إلى الشرق كما هو موضح في الشكل رقم (١٣-٢). أما الشمالية فتنعكس فيها القاعدة بتأثير عامل الارتفاع.

وتختلف كمية الهطل التي تسقط في فصل الربيع من منطقة لأخرى وقد تم توضيح ذلك من التوزيع الشهري .

د-فصل الصيف :

يتصف فصل الصيف بجفافه وندرة الهطل حيث إن شهري تموز وآب خاليان تماماً من الهطل أما شهر حزيران فتسقط فيه بعض الهطولات، في بعض السنوات، لا يعتد بها من الناحيتين المناخية والهيدرولوجية. ويرجع جفاف فصل الصيف إلى عاملين هما :

١- ندرة المنخفضات الجوية .

٢- سيطرة الكتل الهوائية الحارة والجافة .(الموسى ،١٩٩٩،ص٩٣)

ومن دراسة الجدول رقم (٥-٢) الذي يبين كميات الهطل الفصلية ونسبة هذه الكميات للمتوسط السنوي للهطل يتوضح الآتي :

١- إن كمية الهطل في أثناء فصل الصيف تتراوح بين (٠،٥- ٥) مم حيث تبلغ في (البوكمال (٠،٥) مم ، الرقة (٠،٧) مم ، دير الزور (٠،٨) ، الحسكة (١) مم ،القامشلي (٢،٢) مم ، جرابلس (٤،٩) مم) .

٢- تتراوح نسب الهطولات الصيفية بين (٠،٤ -١،٥%) من مجموع الهطل السنوي (القامشلي [٠،٥%] ، البوكمال [٠،٤%])

٢-٣٣: الأيام المطيرة :

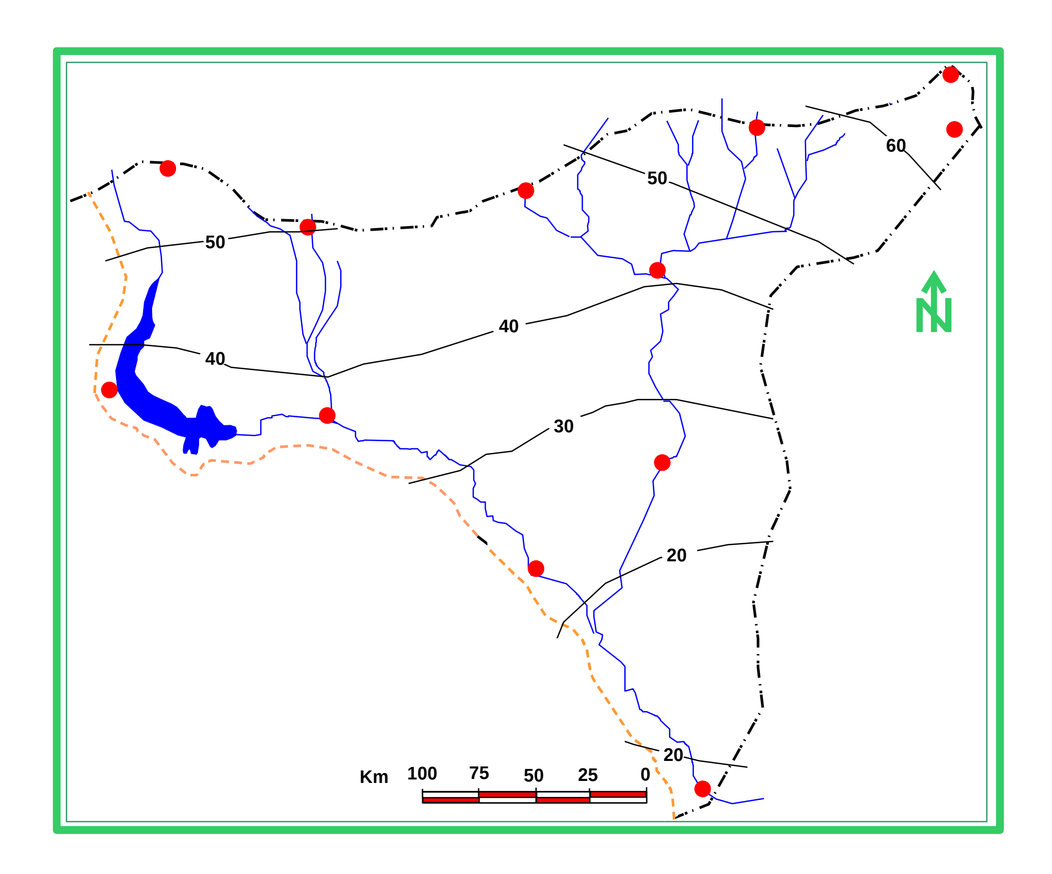
تساعد معرفة الأيام المطيرة ضمن مجالات مختلفة في السنة أو الأشهر على إعطاء صورة عن غزارة الهطل، وهذا يساعد في التعرف على مدى الاستفادة من كمياتها في الزراعة وعلى احتمالات الجريان السطحي وكمية المياه المتسربة بالتربة (الموسى ،١٩٩٩،ص٩٥) ومن دراسة توزيع الأيام المطيرة يمكن القول: إنها تتفق في توزيعها، إلى حد بعيد، مع توزيع كميات الهطل وذلك على المستويين الزمني والمكاني.

أ- التوزيع السنوي للأيام المطيرة :

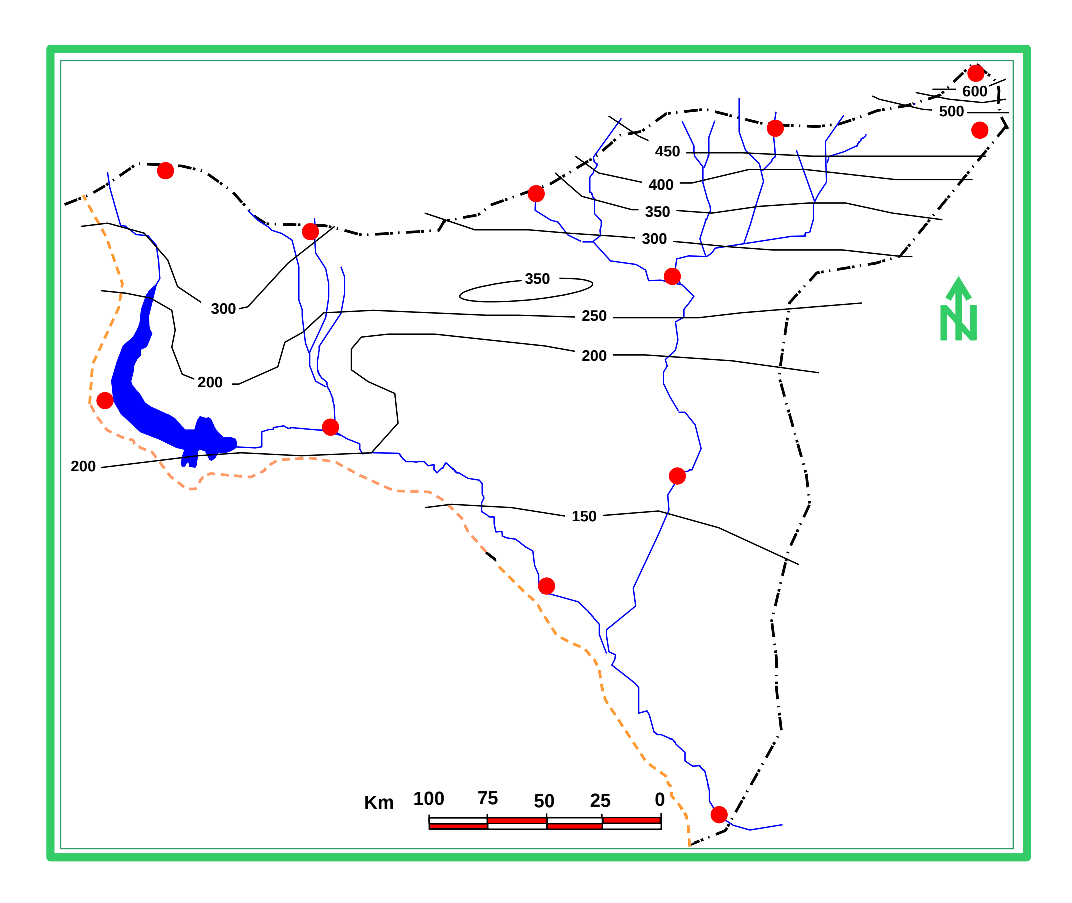
من دراسة الشكل رقم (٣٣-٢) الذي يبين توزع المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة عندما كان الهطول أكبر من (١) ملم خلال (٢٤) ساعة ، يمكن تسجيل الملاحظات الآتية :

١- يتزايد عدد الأيام المطيرة من الجنوب إلى الشمال حيث تكون عدد الأيام المطيرة التي هطل فيها كمية أكبر من (١) ملم أقل من ٣٠ يوم في المنطقة الجنوبية الشرقية ، بينما تكون من (٦٠-٤٠) يوم في المنطقة الشمالية من الإقليم، وينطبق هذا على عدد أيام المطر ضمن المجالات المختلفة (الأيام المطيرة أكبر من [٥]ملم ،[١٠] ملم)

٢- من مقارنة الشكل رقم (٢-٣٣) مع خريطة التوزيع السنوي لكميات الهطل الشكل رقم (٢-٣٤) يمكن القول: إن توزيع الأيام المطيرة يتفق بشكل كبير مع توزيع المتوسط السنوي لكمية الهطل، حيث إن المناطق الأكثر مطراً هي المناطق الأكثر عدداً في الأيام المطيرة ضمن المجالات المختلفة .



الشكل (٢-٣٣) توزع المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة عندما كان الهطول أكبر من /١/ مم



الشكل (٢-٣٤) توزع متوسط كمية الهطل السنوية / مم

ب:التوزيع الفصلي والشهري :

يتشابه التوزيع الجغرافي الفصلي لمتوسط عدد أيام المطر إلى حد بعيد مع توزيع المتوسط السنوي للأيام المطيرة ومع توزيع المتوسط السنوي لكميات الهطل من حيث الزيادة أو النقصان في الإقليم .

١: الأيام المطيرة خلال فصل الخريف :

من دراسة الجدول رقم (٢-٦) والجدول رقم (٢-٧) والشكل رقم (٢-٣٥) والشكل رقم (٢-٣٦) التي تبين متوسط عدد أيام المطر الفصلي والسنوي، والنسب المئوية لعدد الأيام المطيرة الفصلية بالنسبة للمتوسط السنوي في بعض المحطات المختارة من الإقليم ، يمكن تسجيل الملاحظات الآتية :

١- يبلغ أكبر عدد للأيام المطيرة خلال فصل الخريف في المنطقة الشمالية وتقل باتجاه الجنوب (القامشلي [١٢] يوماً ، الحسكة [١٠] أيام ،دير الزور [٧] أيام ، البوكمال [٦] أيام)

٢- تبلغ نسبة عدد الأيام المطيرة خلال فصل الخريف حوالي (١٧%) من المجموع السنوي للأيام المطيرة لكافة المحطات (القامشلي [١٦،٧٩%] ، الحسكة [١٦،٧٥%] ، دير الزور [١٧%] ، البوكمال [١٦،٨٤%]).

الجدول رقم (٢-٦) متوسط عدد أيام المطر الفصلي والسنوي في بعض المحطات المختارة

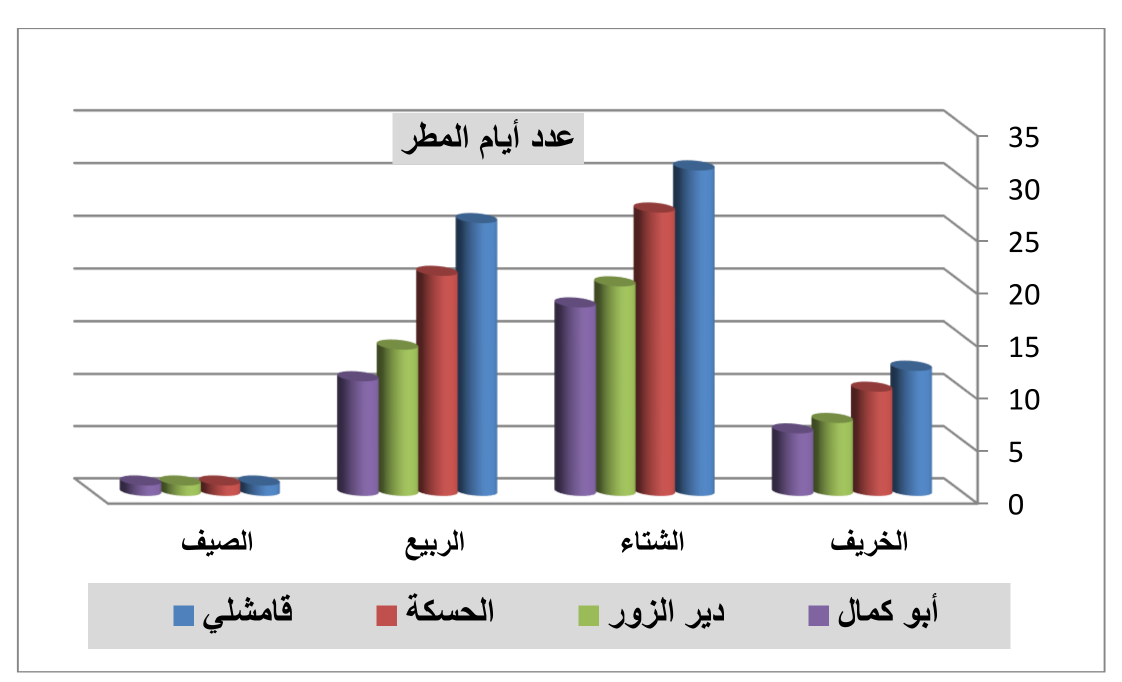
المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف	المجموع السنوي
قامشلي	12	31	26	1	69
الحسكة	10	27	21	1	57
دير الزور	7	20	14	1	43
أبو كمال	6	18	11	1	36

المصدر: عمل الطالبة بناء على بيانات مديرية الأرصاد الجوية، دمشق.

الجدول (٧-٢) النسب المئوية لعدد أيام المطر الفصلي من متوسط مجموع عدد أيام المطر السنوي في بعض المحطات المختارة

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف
قامشلي	16.79	45.22	37.77	1.19
الحسكة	16.75	46.55	35.71	0.96
دير الزور	17.07	48.82	33.46	0.65
أبو كمال	16.84	50.49	31.97	0.70

المصدر: عمل الطالبة بناء على بيانات مديرية الأرصاد الجوية، دمشق.



شكل رقم (٣٥-٢) المتوسط الفصلي لعدد أيام المطر في محطات مختارة من إقليم الدراسة.

شكل (٢-٣٦) النسب المئوية لعدد أيام المطر من المتوسط السنوي لها في محطات مختارة

أما بالنسبة **للتوزيع الشهري** لعدد أيام المطر خلال فصل الخريف فيلاحظ من دراسة الجدول رقم (٨-٢) والجدول رقم (٩-٢) والشكل رقم (٣٧-٢) التي تبين المتوسط الشهري لعدد الأيام المطيرة يمكن تسجيل الملاحظات الآتية :

- أقل عدد للأيام المطيرة في هذا الفصل يتركز في شهر أيلول، حيث بلغ المعدل أقل من (٠،٥) يوم للمناطق الشمالية (الحسكة [٠،٤] يوم) ، وأقل من ذلك بكثير في المناطق الجنوبية (البوكمال [٠،٢١] يوم) وبنسب مئوية تقل عن (٠،٧%) من المجموع السنوي لعدد أيام المطر ، وذلك لأن كثيراً من السنوات لا يحدث فيها أي هطل خلال فصل الخريف في إقليم الدراسة (كما حدث في البوكمال في عام ١٩٩١وعام ١٩٩٩ حيث بلغت كمية الهطل في فصل الخريف (٠).
- يتراوح متوسط عدد الأيام المطيرة في شهر تشرين الأول بين (٥-٤) أيام في المنطقة الشمالية وبين (٢-٣) أيام في المنطقة الجنوبية من الإقليم (البوكمال[٢] يوم، القامشلي [٤،٣] أيام) ،وبنسب تتراوح بين (٥-٧%) من المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة (البوكمال [٥،٨%] ، القامشلي [٦،٢%]).
- يسجل خلال شهر تشرين الثاني أكبر عدد للأيام المطيرة في أثناء فصل الخريف حيث تتراوح بين (٦-٧) أيام في المنطقة الشمالية وبين (٣-٥) أيام في المنطقة الجنوبية (البوكمال [٣،٦] أيام ، القامشلي [٦،٧] أيام) وبنسب تتراوح بين (١١-٩ %) من المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة (البوكمال [١٠،٤%] ، القامشلي [٩،٧%])
- يتفق توزيع عدد الأيام المطيرة لكل شهر مع التوزيع الجغرافي السنوي لعدد أيام المطر وكذلك توزيع كمية الأمطار الشهرية في الأشهر المذكورة

الجدول (٨-٢) المتوسط الشهري لعدد أيام المطر في بعض المحطات

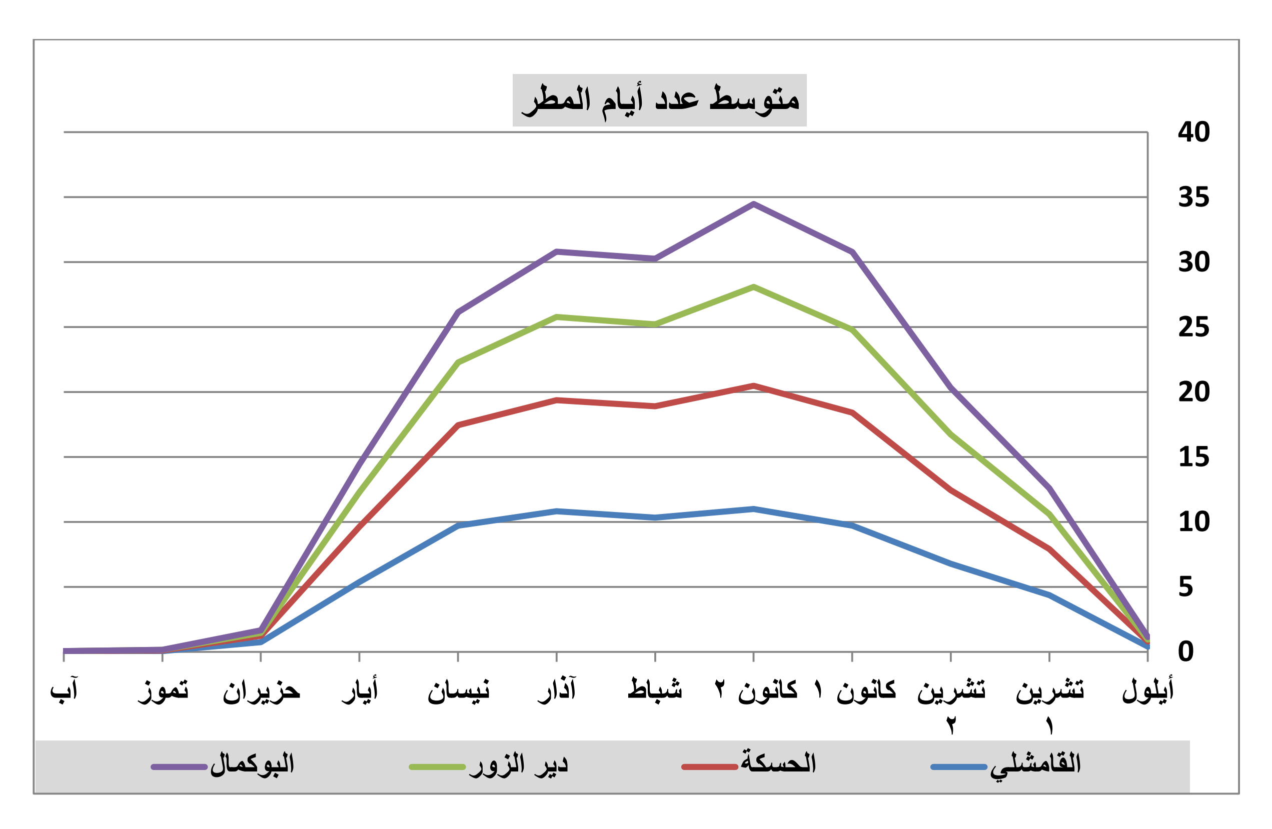
المحطة	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب
القامشلي	0.4	4.36	6.77	9.72	11	10.33	10.83	9.72	5.38	0.74	0.06	0.02
الحسكة	0.4	3.55	5.68	8.7	9.49	8.57	8.55	7.72	4.26	0.49	0.04	0.02
دير الزور	0.13	2.68	4.28	6.38	7.6	6.3	6.39	4.85	2.66	0.23	0.04	-
البوكمال	0.21	2	3.6	5.98	6.38	5.06	5.03	3.87	2.13	0.2	0.02	0.02

المصدر: عمل الطالبة بناء على بيانات مديرية الأرصاد الجوية، دمشق.

الجدول (٩-٢) النسبة المئوية لعدد أيام المطر الشهري من متوسط عدد أيام المطر السنوي في بعض المحطات

المحطة	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب
القامشلي	0.58	6.29	9.76	14.02	15.87	14.9	15.62	14.02	7.76	1.07	0.09	0.03
الحسكة	0.7	6.18	9.88	15.14	16.51	14.91	14.88	13.43	7.41	0.85	0.07	0.03
دير الزور	0.31	6.45	10.3	15.36	18.3	15.17	15.38	11.68	6.4	0.55	0.1	-
البوكمال	0.61	5.8	10.43	17.33	18.49	14.67	14.58	11.22	6.17	0.58	0.06	0.06

المصدر: عمل الطالبة بناء على بيانات مديرية الأرصاد الجوية، دمشق.



شكل رقم (٣٧-٢) المتوسط الشهري لعدد أيام المطر في محطات مختارة

٢: الأيام المطيرة خلال فصل الشتاء :

من دراسة الجدول رقم (٢-٦) والجدول رقم (٢-٧) والشكل رقم (٢-٣٥) والشكل رقم (٢-٣٦) التي تبين متوسط عدد أيام المطر الفصلي والسنوي، والنسب المئوية لعدد الأيام المطيرة الفصلية بالنسبة للمتوسط السنوي في بعض المحطات المختارة من الإقليم ، يمكن تسجيل الملاحظات الآتية :

١- يعد فصل الشتاء أكثر فصول السنة في عدد أيام المطر في المحطات كافةً (البوكمال [١٨] يوم ، القامشلي [٣١] يوم)
٢- يتناقص عدد أيام المطر خلال فصل الشتاء من الشمال باتجاه الجنوب (القامشلي [٣١] يوم ، الحسكة [٢٧] يوم ، دير الزور [٢٠] يوم ،البوكمال [١٨] يوم).
٣- تتراوح النسبة المئوية لعدد أيام المطر الشتوية بين (%٥٠-٤٥) من المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة .
٤- وصلت أعلى نسبة مئوية لأيام المطر خلال فصل الشتاء في المنطقة الجنوبية (البوكمال[%٥٠،٤] ،دير الزور [%٤٨،٨]) ، بينما تناقصت هذه النسبة في المنطقة الشمالية (القامشلي [%٤٥،٢] ، الحسكة [%٤٦،٥])
٥- أما عن **التوزيع الشهري** للأيام المطيرة في فصل الشتاء فقد تبين من دراسة الجدول رقم (٢-٨) والجدول رقم (٩-٢) الذي يبين المتوسط الشهري لمجموع عدد الأيام المطيرة ونسبتها من المتوسط السنوي للأيام المطيرة الآتي :

- يعد شهر كانون الأول أقل أشهر الشتاء في عدد أيام المطر، ويتراوح عدد أيام المطر خلال هذا الشهر بين (١٠-٥) أيام (البوكمال [٥،٩] يوم ، القامشلي [٩،٧] يوم) وتتراوح النسب بين (١٤ -١٧%) من متوسط المجموع السنوي للأيام المطيرة (البوكمال [١٧،٣%]، القامشلي [١٤،٢%])
- يسجل شهر كانون الثاني معدلات تتراوح بين (١١-٦) يوم ويعد بذلك أكثر الأشهر في عدد الأيام المطيرة (البوكمال [٦،٣] يوم ، القامشلي [١١] يوم) ، بينما تتراوح النسب بين (١٥ – ١٩ %) من المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة (القامشلي [١٥،٨%] ، البوكمال [١٨،٤%]).
- يصل عدد الأيام المطيرة في شهر شباط إلى (البوكمال [٥] أيام) في المنطقة الجنوبية وإلى (القامشلي [١٠] أيام) في المنطقة الشمالية ، بينما تبلغ النسب بين (%١٥-١٤) من المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة (دير الزور [%١٥،١] ، القامشلي [%١٤،٩]).

٣: الأيام المطيرة في فصل الربيع :

من دراسة الجدول رقم (٦–٢) والجدول رقم (٧–٢) والأشكال رقم (٣٥–٢) ورقم (٣٦–٢) التي تبين متوسط عدد أيام المطر الفصلي والسنوي، والنسب المئوية لعدد الأيام المطيرة الفصلية بالنسبة للمتوسط السنوي في بعض المحطات المختارة من الإقليم ، يمكن تسجيل الملاحظات الآتية :

١– تسجل المنطقة الشمالية من الإقليم أعلى عدد للأيام المطيرة بمتوسط يتراوح (٢٠ –٢٦) يوماً (القامشلي [٢٦] يوماً ، الحسكة [٢١] يوماً) ويقل هذا العدد باتجاه الجنوب حيث يسجل بين (١٠– ١٥) يوماً (البوكمال [١١] يوماً ، دير الزور [١٤] يوماً)

٢– تتراوح النسب المئوية لعدد أيام المطر الربيعية بين (%٤٠–٣٠) من المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة وهذه النسبة المرتفعة مردها إلى ظاهرة الحملان في أثناء هذا الفصل (البوكمال [%٣١،٩] ، القامشلي [%٣٧،٧]).

أما عن **<u>التوزيع الشهري</u>** لعدد الأيام المطيرة في فصل الربيع فنلاحظ من دراسة الجدول رقم (٨–٢) والجدول رقم (٩–٢) السابقين الآتي :

- يسجل شهر آذار أكبر عدد للأيام المطيرة خلال أشهر فصل الربيع، ويكاد يقترب من عدد الأيام المطيرة في شهري كانون الثاني وشباط في فصل الشتاء، ويتساوى مع شهر كانون الأول في هذا المجال (البوكمال [٥] يوماً ، القامشلي [١٠،٨] يوماً) ، بينما تبلغ نسبة الأيام المطيرة في هذا الشهر بين (١٤–١٥%) من المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة (البوكمال [١٤،٥%] ، القامشلي [١٥،٦%]).
- يتراوح عدد أيام المطر خلال شهر نيسان بين (١٠–٨) أياماً في المنطقة الشمالية ، بينما يكون بين (٥–٣) يوماً في المنطقة الجنوبية (القامشلي [٩،٧] يوماً ، البوكمال [٣،٨] يوماً) ، بينما تبلغ النسب حوالي (١١–١٤%) من المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة (البوكمال [١١،٢%] ، القامشلي [١٤%]).
- يسجل شهر أيار أقلَ عدد لأيام المطر خلال أشهر الربيع حيث تتراوح بين (٦–٤) أيام في المنطقة الشمالية وبين (٢–٣) أيام في المنطقة الجنوبية (القامشلي [٥،٣] يوم ، البوكمال [٢،١] يوم) ، بيمنا تتراوح النسب بين (٦–٧%) من المتوسط السنوي لعدد الأيام المطيرة (البوكمال [٦،١%] ، القامشلي [٧،٧%]).

٤: الأيام المطيرة خلال فصل الصيف :

من دراسة الجدول رقم (٦–٢) والجدول رقم (٧–٢) السابقين ، نجد أن متوسط عدد أيام المطر خلال أشهر الصيف لا تزيد عن يوم واحد حيث تمر عدة سنوات من دون أن يسجل هطل يذكر(القامشلي [١] يوم ، البوكمال [١] يوم) ، وما يسجل من هطل خلال بعض السنوات يسجل

خلال شهر حزيران كامتداد لفصل الأمطار الربيعية، ويكاد يخلو شهرا تموز وآب من الأمطار إلا في حالات نادرة .

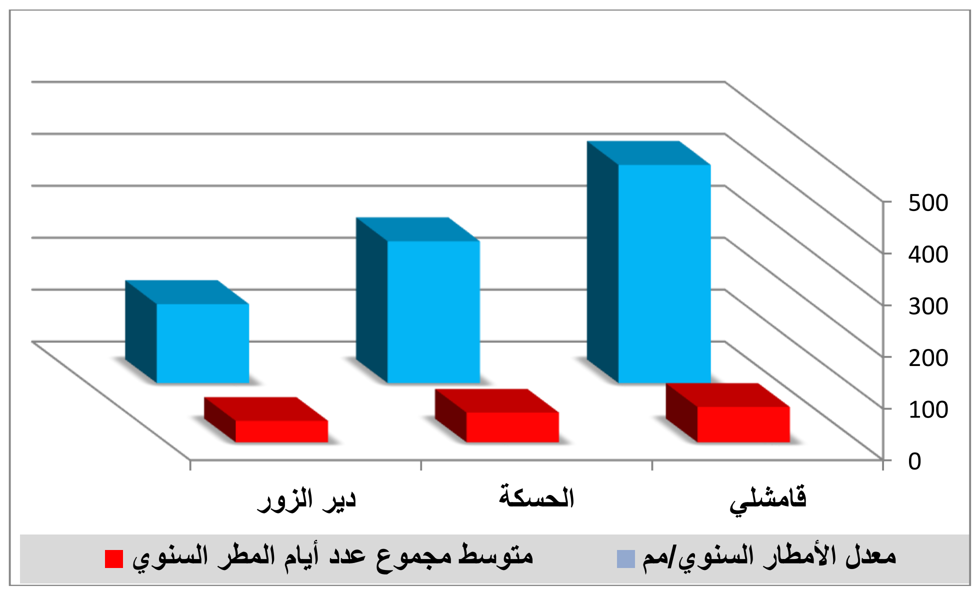
٢-٤: غزارة الهطل (كثافة الهطل):

تمثل غزارة الهطل: نسبة كمية الهطل الشهرية أو السنوية أو الفصلية إلى عدد أيام المطر في الشهر أو السنة أو الفصل، ومن هنا فإنه كلما قلت كمية الهطل وزاد عدد أيامه قلت غزارته، والعكس صحيح. ويعد هذا المقياس أكثر مقاييس توزيع الهطل حيوية وفائدة، فهو مهم للهيدرولوجي ولمهندس الري، يفيد بالتنبؤ عن الفيضان كما يفيد في التعامل مع وسائل الوقاية لمنع تعرية التربة، بالإضافة إلى أهميته العظمى للزراعات المطرية والتخطيط لها (الموسى ،١٩٩٩، ص١١٧)

ومن دراسة الجدول رقم (١٠-٢) الذي يبين غزارة الهطل الشهرية والسنوية في بعض المحطات المختارة من إقليم الجزيرة والفرات يمكن تسجيل الملاحظات الآتية :

١- تسجل أعلى قيم للغزارة السنوية في المنطقة الشمالية (القامشلي [٦،١٨] ، جرابلس [٤،٨٣] ، الحسكة [٤،٦٨]) ، بينما تسجل أدنى القيم في المنطقة الجنوبية (البوكمال [٣،٧٢]، دير الزور [٣،٧٤]، الرقة [٣،٨٢]).
٢- تتناقص الغزارة من الغرب باتجاه الشرق (الرقة [٣،٨٢]، دير الزور [٣،٧٤]، البوكمال [٣،٧٢]) (جرابلس [٤،٨٣] ، القامشلي [٦،١٨]).
٣- تسجل أعلى الغزارات في المنطقة الجنوبية خلال أشهر الربيع ، بينما تسجل أعلى الغزارات في المنطقة الشمالية خلال أشهر الشتاء .
٤- تسجل أعلى الغزارات خلال أشهر الربيع في شهر نيسان في المنطقة الجنوبية الشرقية (البوكمال [٤،٣٥]، دير الزور [٤،٠٢]) ، أما في المنطقة الجنوبية الغربية فتسجل أعلى الغزارات في شهر آذار (الرقة [٤،١١]).
٥- تسجل أعلى الغزارات، خلال أشهر الشتاء في شهر كانون الثاني في المنطقة الشمالية (القامشلي [٧،٠٢]، جرابلس [٥،٢٣]، الحسكة [٥،١٧]) يليه شهر كانون الأول ، ثم شهر شباط .
٦- تسجل أعلى الغزارات خلال أشهر الخريف في شهر تشرين الثاني في المنطقة الشمالية والجنوبية ، يليه شهر تشرين الأول ثم أيلول .

مما سبق يمكن القول: إن الغزارة تزداد بزيادة متوسطات كميات الهطل السنوية ، وكذلك هناك تناسب طردي بين متوسط كميات الهطل السنوية وعدد أيام المطر ويوضح ذلك الشكل(٣٨-٢)



شكل (٢-٣٨) يوضح متوسط كميات الهطل السنوية وعدد أيام المطر في بعض المحطات

جدول رقم (٢-١٠) يوضح غزارة الهطل في بعض المحطات المختارة

المحطة		أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	سنوي
البوكمال	متوسط الهطل	0.3	5.6	14.0	21.6	22.2	19.1	20.9	16.9	128.3
	عدد الأيام المطيرة	0.21	2.00	3.60	5.98	6.38	5.06	5.02	3.87	34.5
	الغزارة	1.63	2.82	3.89	3.62	3.48	3.77	4.17	4.35	3.72
دير الزور	متوسط الهطل	0.19	5.94	14.91	24.94	28.15	25.49	26.71	19.52	155.4
	عدد الأيام المطيرة	0.13	2.68	4.28	6.38	7.63	6.34	6.37	4.85	41.6
	الغزارة	1.48	2.21	3.49	3.91	3.69	4.02	4.19	4.02	3.74
الحسكة	متوسط الهطل	1.67	13.17	26.47	39.48	49.14	39.77	40.06	39.37	269.1
	عدد الأيام المطيرة	0.40	3.55	5.68	8.70	9.50	8.52	8.55	7.72	57.4
	الغزارة	4.14	3.71	4.66	4.54	5.17	4.67	4.68	5.10	4.68
جرابلس	متوسط الهطل	2.06	20.96	34.05	54.13	58.00	45.82	43.51	34.22	317.2
	عدد الأيام المطيرة	0.55	4.57	6.70	9.83	11.09	10.26	9.68	7.45	65.7
	الغزارة	3.73	4.58	5.08	5.51	5.23	4.47	4.49	4.59	4.83
قامشلي	متوسط الهطل	0.78	17.71	37.96	66.42	77.10	71.69	67.18	58.02	428.3
	عدد الأيام المطيرة	0.40	4.36	6.77	9.72	10.98	10.32	10.78	9.72	69.3
	الغزارة	1.94	4.06	5.61	6.83	7.02	6.95	6.23	5.97	6.18
الرقة	متوسط الهطل	0.70	11.94	18.60	29.65	35.92	28.87	32.65	21.58	193.6
	عدد الأيام المطيرة	0.26	3.15	5.06	7.47	9.02	8.00	7.94	6.36	50.7
	الغزارة	2.75	3.79	3.67	3.97	3.98	3.61	4.11	3.39	3.82

المصدر: من إنشاء الطالبة وحسابها بناء على بيانات مديرية الأرصاد الجوية، دمشق.

٢-٥: الشّدات المطرية:

إذا كانت أكبر كمية من المطر في أي جزء من سورية تهطل في أشهر الشتاء، فليس ضرورياً أن تكون غزارة الأمطار القصوى متركزة في هذه الأشهر، خاصةً في إقليم الجزيرة والفرات حيث تهطل الأمطار الحملانية خلال فصلي الربيع والخريف بسبب الكتل الهوائية الرطبة وحالات التشمس التي يتبعها حالات عدم استقرار جوي ينتج عنها تيارات حمل تسقط عنها هطولات تتميز بالطابع المحلي و بالتوزع غير المنتظم وبالغزارة القوية، وغالباً ما تهطل هذه الأمطار خلال النهار وبصورة أعظمية بعد الظهر ترافقها عواصف رعدية، وأكثر المناطق التي تشهد مثل هذه الأمطار هي المنطقة الداخلية، وخاصةً الجزء الشمالي الشرقي من سورية.(موسى، ١٩٧٨ ص١١٠).

أ- عدد أيام المطر عندما كان مجموع الهطل اليومي أكبر من ٥ مم:

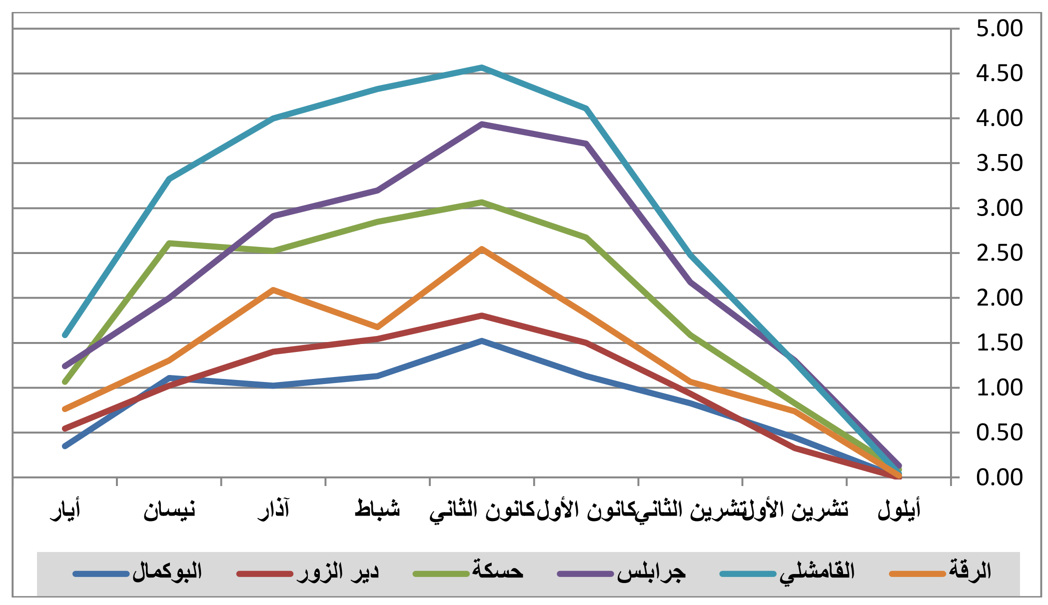
من دراسة الجدول رقم (١١-٢) والأشكال (٣٩-٢) (٤٠-٢) التي توضح عدد أيام الهطل التي هطلت فيها كمية أكبر من (٥) ملم ، يمكن تسجيل الملاحظات الآتية:

١- تسجل المنطقة الشمالية أكبر مجموع سنوي لعدد الأيام التي هطلت فيها كمية أكبر من (٥) ملم حيث يتراوح عدد الأيام من (٢٥-٢٠) يوماً، ويتناقص هذا العدد باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي ليصل إلى أقل من (١٠) أيام (دير الزور [٩] يوماً ، البوكمال [٧،٥] يوماً
٢- يسجل أكبر عدد للأيام التي هطلت فيها كمية أكبر من (٥) ملم في المنطقة الشمالية، ويقل هذا العدد باتجاه الجنوب في الأشهر كافةً .
٣- يسجل شهر كانون الثاني أكبر عدد للأيام التي هطلت فيها كمية أكبر من (٥) ملم خلال أشهر الشتاء في كافة المحطات يليه شهرا كانون الأول وشباط.
٤- يسجل شهر أيلول أقل عدد للأيام التي هطلت فيها كمية أكبر من (٥) ملم في خلال أشهر الخريف، حيث لا تسجل المنطقة الجنوبية أي هطل أكبر من (٥) ملم ، لتقترب من يوم واحد في المنطقة الشمالية ، يليه شهرا تشرين الأول ثم تشرين الثاني.
٥- يسجل شهر نيسان أعلى القيم لعدد الأيام التي هطلت فيها كمية أكبر من (٥) مم خلال أشهر الربيع حيث يبلغ بين (٢ و ٣,٥) أيام في المنطقة الشمالية (جرابلس٢ ، قامشلي ٣,٣٣) ويتناقص باتجاه الجنوب ليصل إلى نحو يوم واحد(دير الزور١,٠٢ ، البوكمال ١,١١).
٦- أما في شهر آذار فتسجل المنطقة الشمالية بين (٣ إلى ٤) أيام (جرابلس ٢,٩ ، قامشلي ٤) ويتناقص باتجاه الجنوب ليصل إلى نحو ١ يوم يليه شهر أيار الذي يتراوح فيه متوسط العدد نحو (١-٢) يوم في المنطقة الشمالية ويقل جنوباً ليقل عن نصف يوم في البوكمال.

جدول رقم (٢-١١) يوضح متوسط عدد أيام المطر أكبر من ٥ مم في بعض المحطات

	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	سنوي
البوكمال	0.00	0.44	0.83	1.13	1.52	1.13	1.02	1.11	0.35	7.53
دير الزور	0.00	0.33	0.93	1.50	1.80	1.54	1.40	1.02	0.54	9.07
حسكة	0.09	0.83	1.59	2.67	3.07	2.85	2.52	2.61	1.07	17.28
جرابلس	0.13	1.30	2.17	3.72	3.93	3.20	2.91	2.00	1.24	20.61
القامشلي	0.04	1.28	2.48	4.11	4.57	4.33	4.00	3.33	1.59	25.72
الرقة	0.02	0.74	1.07	1.82	2.54	1.67	2.09	1.30	0.76	12.02

المصدر: من إنشاء الطالبة بناء على بيانات مديرية الأرصاد الجوية، دمشق.



شكل (٢-٣٩) يوضح متوسط عدد أيام المطر أكبر من ٥ مم في بعض المحطات

ب- عدد أيام المطر عندما كان مجموع الهطل اليومي أكبر من ١٠ مم:

من دراسة الجدول رقم (٢-١٢) والأشكال (٢-٣٧) (٢-٣٨) التي توضح عدد أيام الهطل التي هطلت فيها كمية أكبر من (١٠) ملم ، يمكن تسجيل الملاحظات الآتية :

١- تسجل المنطقة الشمالية أكبر مجموع سنوي لعدد الأيام التي هطلت فيها كمية أكبر من (١٠) ملم ، ثم يقل هذا العدد بالتدريج باتجاه الجنوب فيتراوح في المنطقة الشمالية بين (١٤-٨) يوماً (القامشلي [١٣] يوماً)، بينما يصل في الجنوب إلى نحو (٤) أيام في دير الزور .

٢- يسجل شهر كانون الثاني أكبر عدد للأيام التي هطلت فيها كمية أكبر من (١٠) ملم خلال أشهر الشتاء في المنطقة الشمالية ويتراوح بين (١-٣) أيام (القامشلي [٢،٧] يوم) ويصل إلى أقل من يوم باتجاه الجنوب (دير الزور [٠،٧٦] ، باستثناء البوكمال التي سجلت (١،٤٥) يوم.

٣- يكاد يتساوى عدد أيام المطر التي هطل فيها أكثر من (١٠) ملم في شهري كانون الأول وشباط حيث يسجل أكثر من (يومين) في المنطقة الشمالية ، ليقل بالتدريج باتجاه الجنوب ليسجل حوالي (٠،٥) يوم .

٤- يسجل شهر آذار أعلى القيم في عدد الأيام التي هطلت فيها كمية أكبر من (١٠) ملم خلال أشهر الربيع (القامشلي [٤] يوم ، البوكمال [١،٠٢] يوم) ، يليه شهر نيسان ثم أيار.

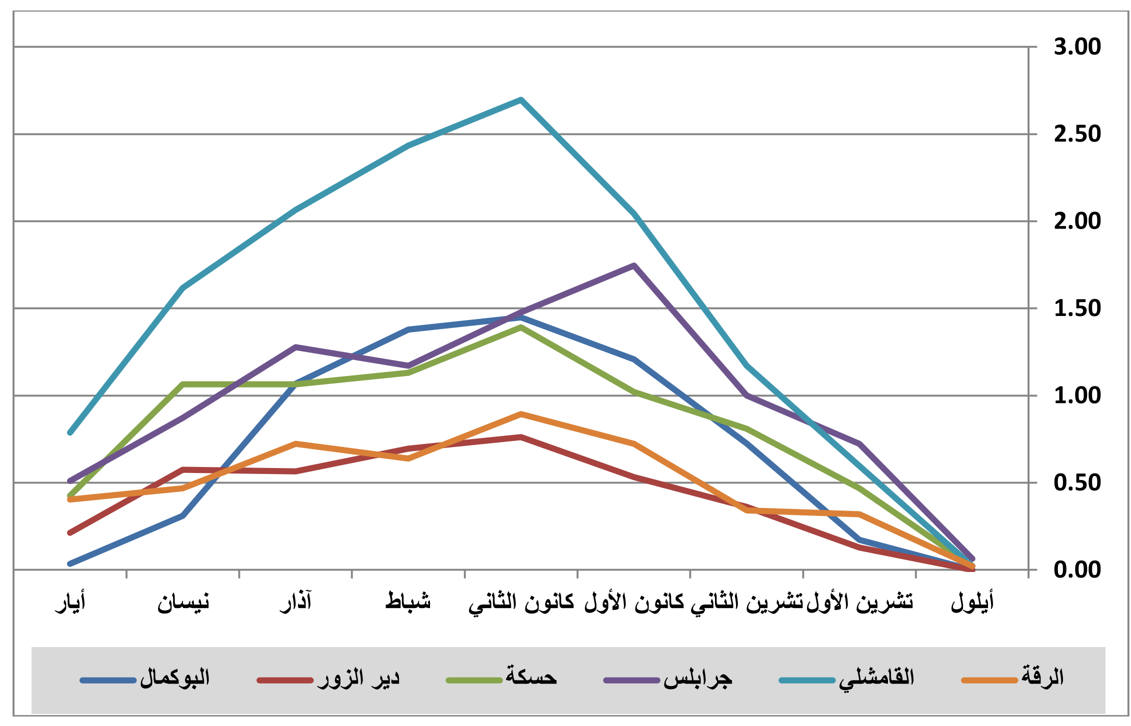
٥- يسجل شهر تشرين الثاني أعلى القيم في عدد الأيام التي تهطل فيها كمية أكبر من ١٠ مم خلال أشهر الخريف في المنطقة الشمالية (جرابلس ١ ، القامشلي ١,٧ يوم) ويتناقص هذا العدد باتجاه الجنوب ليصل إلى نصف يوم (البوكمال ٠,٧٢ يوم، دير الزور ٠,٣٦ يوم) بينما يبلغ أدنى عدد لهذه الأيام في شهر أيلول حيث يسجل حوالي نصف يوم في المنطقة الشمالية وتقل باتجاه الجنوب حتى تبلغ القيمة (صفراً) في البوكمال ودير الزور، أما شهر تشرين الأول فيسجل في المنطقة الشمالية أكثر من نصف يوم (جرابلس ٠,٧٢ ، القامشلي ٠,٦٠ يوم) وتقل باتجاه الجنوب لتبلغ ٠,١٣ في دير الزور و ٠,١٧ في البوكمال.

وبشكل عام يتناقص المعدل من الشمال باتجاه الجنوب حيث تسجل القامشلي (٢،٠٧) في شهر آذار ، و (١،٨٢) في شهر نيسان ،و(٠،٧٩) في شهر أيار ، وينطبق ذلك على المنطقة الجنوبية حيث تسجل محطة البوكمال (١،٠٧) في شهر آذار ، و(٠،٣١) في شهر نيسان ، و(٠،٠٣) في شهر أيار .

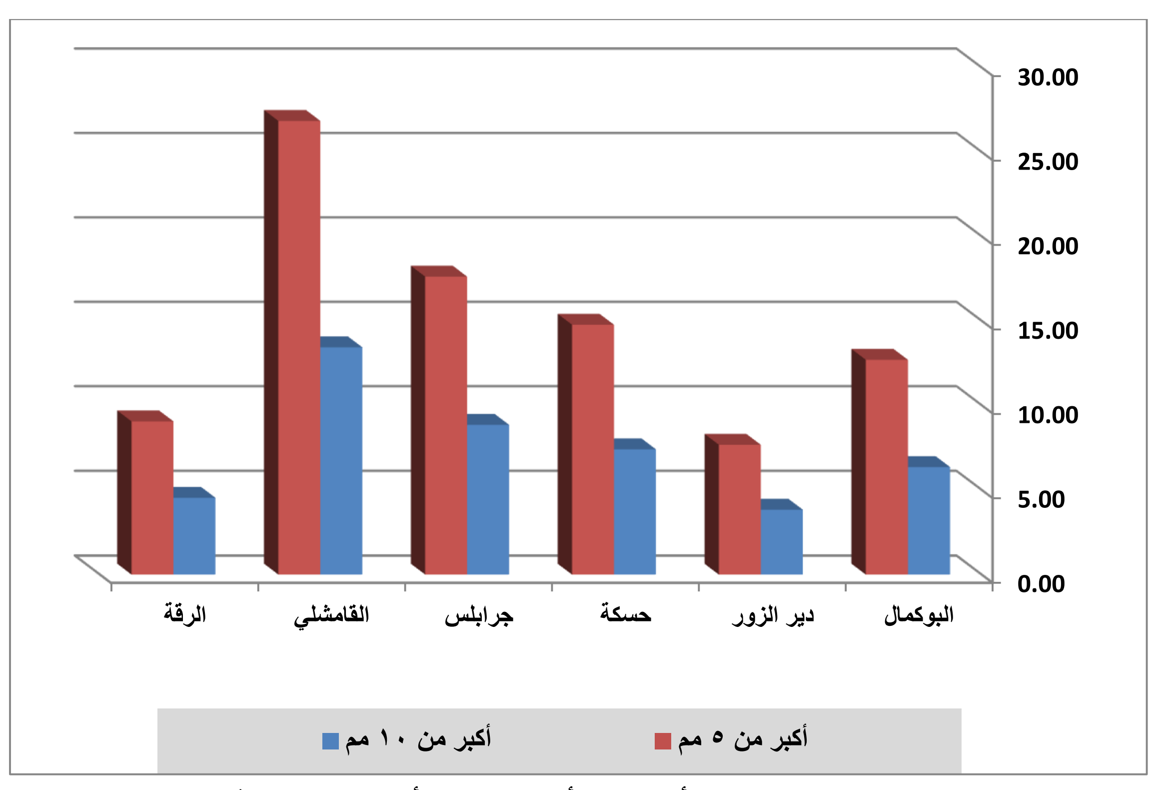
الجدول (٢-١٢) يوضح عدد الأيام التي هطل فيها أكثر من ١٠ مم

	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	سنوي
البوكمال	0.00	0.17	0.72	1.21	1.45	1.38	1.07	0.31	0.03	6.34
دير الزور	0.00	0.13	0.36	0.53	0.76	0.70	0.57	0.57	0.21	3.83
حسكة	0.02	0.47	0.81	1.02	1.39	1.13	1.06	1.06	0.43	7.39
جرابلس	0.06	0.72	1.00	1.74	1.48	1.17	1.28	0.87	0.51	8.84
القامشلي	0.02	0.60	1.17	2.04	2.70	2.43	2.07	1.62	0.79	13.4
الرقة	0.02	0.32	0.34	0.72	0.89	0.64	0.72	0.47	0.40	4.53

المصدر: من إنشاء الطالبة بناء على بيانات مديرية الأرصاد الجوية، دمشق.



شكل (٤٠-٢) يوضح متوسط عدد أيام المطر أكبر من ١٠ مم في بعض المحطات



شكل (٤١-٢) يوضح متوسط عدد أيام المطر أكبر من٥ مم وأكبر من ١٠ مم في بعض المحطات

الفصل الثالث

تغيرات الهطل في الإقليم

٣-١ الخصائص العامة لتغير معدلات الهطل

٣-١-١ التغيرات السنوية والشهرية في كميات الهطل

٣-١-١-١ الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف ونسبة التباين

٣-٢ اتجاهات التغير في كميات الأمطار

٣-٢-١ معادلة الخط المستقيم من الدرجة الأولى

٣-٢-٢ الاتجاه العام متعدد الحدود (من الدرجة الثالثة)

٣-٢-٣ معادلة الانحدار الأسي

٣-٢-٤ معادلة الانحدار اللوغارتمي

٣-٣ المتوسطات المتحركة

٣-٤ احتمالات الهطل

٣-٥ تكرار العشريات

٣-١: الخصائص العامة لتغير كميات الهطل:

يعد التغير المطري ذا أهمية كبرى لإقليم الدراسة لأنه من أهم المناطق الزراعية في سورية إذ تبرز فيه أهمية الذبذبات المطرية بشكل واضح .

ويتميز إقليم الدراسة بتعاقب فترات زمنية كثيرة الأمطار وأخرى قليلة الأمطار، بالإضافة إلى الفارق الكبير بين أدنى كمية مطر سنوية وأعلاها.

ولدراسة التغيرات السنوية في كمية المطر ونمط توزيعها في منطقة الدراسة، تم اختيار(6) محطات مناخية موزعة في مختلف منطقة الدراسة توزيعاً متجانساً خلال فترة زمنية تمتد بين (1960-2011).

يغلب على هطل الإقليم الطابع الإعصاري إضافة إلى الأمطار التصاعدية التي تحدث في فصل الربيع. كما إن هناك تفاوتاً في كمية الهطل ما بين منطقة وأخرى ضمن الإقليم، فكمية الهطل تتفاوت من عام لآخر إما بالزيادة أو بالنقصان عن المتوسط السنوي نظراً للعلاقة الوثيقة بمسببات الهطل ألا وهي المنخفضات الجوية التي تتصف بعدم انتظام مرورها فوق حوض البحر المتوسط بصفة عامة وعدم ثبات مساراتها ،كما تتصف بعدم تناسقها من حيث العمق والضحالة من عام لآخر. (الموسى ،١٩٩٩،ص١٣٢).

وهذا الأمر ينطبق على منطقة الدراسة التي تتميز بتغيرات سنوية كبيرة تتراوح بين (٣٠ – ٤٥%) ، وهذه التغيرات تتزايد من الشمال إلى الجنوب، ومن الجدول رقم (٣-١) الذي يوضح كمية الأمطار السنوية في بعض المحطات المدروسة واختلافها مابين شمال الإقليم وجنوبه، ومن الشكل (١-٣) الذي يوضح تذبذب كمية المطر من عام لآخر يمكن التوصل إلى مايأتي:

– إن ذبذبة الأمطار تكون أكثر وضوحاً في المناطق ذات المطر الأقل، أي إن نسبة التذبذب تقل كلما زادت كمية المطر السنوية، وبالتالي هناك علاقة عكسية بين كمية الأمطار السنوية ودرجة الذبذبة، وعليه يزداد التذبذب كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب .

– إن الفرق كبير جداً بين أكبر كمية أمطار سقطت وأدنى كمية وذلك في المحطات المدروسة كلها (أعلى قيمة في محطة البوكمال (٢٦٠،٨) مم أما أدنى قيمة فهي (٢٧،٧) مم ، أعلى قيمة في محطة الرقة (٣٤٣،٧) مم أما أدنى قيمة فهي (٦٧،٩) مم)، ونلاحظ ذلك من الجدول رقم (٣-١) الذي يبين أعلى كمية أمطار سنوية وأدناها في المحطات المدروسة ونسبة كل منهما إلى المتوسط السنوي للأمطار.

جدول (١-٣) يبين متوسط كمية الأمطار السنوية وبعض خصائصها الإحصائية

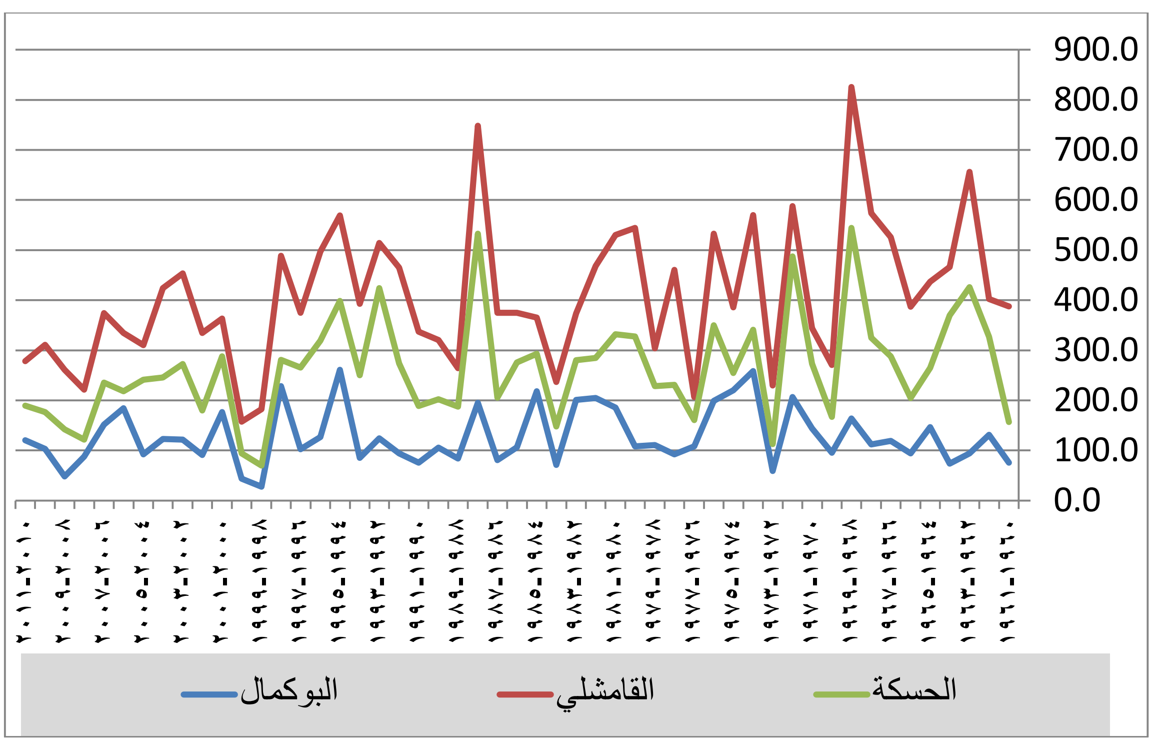
	البوكمال	القامشلي	دير الزور	الحسكة	جرابلس	الرقة
متوسط السنوي	**130.9**	**420.7**	**152.5**	**273.8**	**313.3**	**196.4**
انحراف معياري	**57.7**	**139.3**	**59.7**	**103.6**	**91.8**	**71.0**
معامل الاختلاف	**44.1**	**33.1**	**39.2**	**37.8**	**29**	**36.1**
أعلى قيمة	**260.8**	**825.9**	**277.4**	**544.4**	**586.6**	**343.7**
أدنى قيمة	**27.7**	**157.7**	**39.5**	**70**	**94**	**67.9**
نسبة أعلى قيمة من المتوسط %	**199.3**	**196.3**	**181.9**	**198.8**	**187**	**175**
نسبة أدنى قيمة من المتوسط %	**21.2**	**37.5**	**25.9**	**25.6**	**30**	**34.6**
عدد السنوات التي أقل من المعدل	**34**	**31**	**26**	**26**	**29**	**28**
عدد السنوات التي أعلى من المعدل	**17**	**20**	**25**	**25**	**22**	**23**

المصدر: من إعداد الطالبة اعتماداً على بيانات مديرية الأرصاد الجوية بدمشق.

– مجموع السنوات التي سقط خلالها مجموع سنوي أقل من المتوسط أو أكثر منه تختلف من محطة لأخرى، ولكن بشكل عام تزيد عدد السنوات الأقل من المتوسط [عدد السنوات التي هطلت فيها أمطار أقل من المعدل في البوكمال (٣٤) سنة، القامشلي (٣١) سنة ، الحسكة (٢٦) سنة]

– إن التذبذب في كمية المطر من سنة لأخرى كبير جداً خاصة في المحطات الجنوبية من منطقة الدراسة، ومن الأمثلة على ذلك: سجلت محطة دير الزور كمية هطل تبلغ (٥٤,٥ مم) في عام 1987 و المحطة نفسها سجلت (271 مم) في عام ١٩٨٨، كما سجلت محطة البوكمال (59.1 مم) في عام 1973 وفي عام 1974 سجلت المحطة نفسها كمية أمطار نحو (258.2 مم).

– هناك عدة سنوات تشترك فيها كل المحطات بالزيادة أو النقصان عن المتوسط، ونلاحظ ذلك من الأشكال رقم ([٣-٢] ،[٣-٣]،[٣-٤]،[٣-٥]،[٣-٦]،[٣-٧]) ومن هذه السنوات (١٩٦٠،١٩٦٥،١٩٧٢،١٩٩٩) وهي سنوات جافة انخفضت فيها كمية الأمطار السنوية عن المعدل في معظم محطات منطقة الدراسة، في حين كانت السنوات (١٩٦٨،١٩٧٤،١٩٧٦،١٩٨٠،١٩٨١،١٩٨٥،١٩٨٨،٢٠٠١،٢٠٠٦) سنوات رطبة تقريباً حيث ارتفعت كمية الأمطار السنوية عن المعدل في المحطات كافةً.



الشكل رقم (١-٣) يبين كمية الأمطار السنوية خلال فترة الدراسة في بعض المحطات المدروسة.

٣-١-١التغيرات السنوية والشهرية في كميات الهطل:

اعتمد في تحديد ذبذبة الهطل على مجموعة من العلاقات أهمها الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف النسبي، ونسبة التباين، كما اعتمد في تحديد الاتجاه العام للتغير على المتوسط المتحرك الخماسي ومعادلة الخط المستقيم من الدرجتين الأولى والثالثة ، والاتجاه العام الأسي، واللوغارتمي.

٣-١-١-١:الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف ونسبة التباين :

يبين الانحراف المعياري درجة ذبذبة كميات الهطل عن المتوسط إما بالزيادة أو بالنقصان. ومن دراسة الجدول رقم (١-٣) الذي يبين قيمة الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف النسبي للهطل السنوي في محطات الإقليم خلال الفترة المدروسة يمكن تسجيل الملاحظات الآتية :

- تتزايد قيمة الانحراف المعياري كلما اتجهنا من الجنوب باتجاه الشمال حيث تكون في دير الزور (٥٩،٧) مم وفي الرقة (٧١،٠) مم ، بينما تصل في الحسكة إلى (١٠٣،٦) مم، وفي القامشلي إلى (١٣٩،٣) مم. حيث تتركز أدنى قيم سنوية للانحراف المعياري في المحطات الجنوبية، وتسجل المحطات قليلة المطر أقل قيم للانحراف المعياري السنوي [البوكمال (٥٧،٧) مم، دير الزور (٥٩،٧) مم]. بينما تتركز أعلى قيم سنوية للانحراف المعياري في المحطات الشمالية من منطقة الدراسة [الحسكة (١٠٣،٦) مم ، القامشلي (١٣٩،٣) مم].

– تتزايد قيمة الانحراف المعياري مع تزايد كمية الهطل (في منطقة الدراسة) حيث يبلغ متوسط الهطل السنوي في البوكمال (١٣٠،٩) مم أما قيمة الانحراف المعياري فتبلغ (٥٧،٧) مم ، بينما يبلغ متوسط الهطل السنوي في محطة الحسكة (٢٧٣،٨) مم أما قيمة الانحراف المعياري فتبلغ (١٠٣،٦) مم.

وعلى الرغم من أهمية الانحراف المعياري في دراسة تشتت كميات الهطل إلا أن ارتباط قيمة الانحراف المعياري بمتوسط كمية الهطل يجعل من الصعب الاعتماد عليه في إجراء دراسة مقارنة بين المحطات المختلفة بالإضافة إلى أنه يعطي صورة غير حقيقية للمدى أو الأثر الفعلي للتغير في كميات الهطل (الموسى ،١٩٩٩ ، ص١٤٠)

ولتقدير الأثر الفعلي لتغيرات الهطل في الإقليم تم اللجوء إلى استخدام مقياس آخر يبين صورة التغيرات بوضوح ، وتتماشى تغيراته مع اختلافات متوسط كمية الهطل نحو الزيادة أو النقصان ، وهذا المقياس هو معامل الاختلاف النسبي والذي هو مقياس يوضح مدى التغير في كمية الهطل ويعبر عنها إحصائياً . ومن دراسة الجدول رقم (١–٣) الذي يبين معاملات التغير في محطات الإقليم المدروسة يمكننا إظهار النتائج الآتية:

١- تعاكس قيم معامل الاختلاف قيم الانحراف المعياري أي إنه عندما تكون قيم الانحراف كبيرة تكون قيم معامل الاختلاف صغيرة [الحسكة، الانحراف المعياري (١٠٣،٦) مم ومعامل الاختلاف (٣٧،٨%)].
٢- إن العلاقة عكسية بين كميات الهطل في محطات الإقليم ومعامل الاختلاف حيث تكون [(جرابلس متوسط الهطل السنوي (313.3) مم ، معامل الاختلاف (٢٩%)] ، [البوكمال متوسط الهطل السنوي (١٣٠،٩)مم ، معامل الاختلاف (٤٤،١%)]
٣- وبالتالي تتناقص قيم معامل الاختلاف كلما اتجهنا من الجنوب إلى الشمال خلافاً مع كمية الأمطار التي تتزايد من الجنوب إلى الشمال [دير الزور (٣٩،٢%)، القامشلي (٣٣،١%)].

ومن هذه الدراسة نستنتج أن التغيرات السنوية في كمية الهطل تتزايد في المناطق الأقل هطلاً وفي السنوات الأقل هطلاً من غيرها. وبالتالي فالعلاقة عكسية بين التذبذب وكمية الهطل، فكلما زاد متوسط الهطل السنوي قلت نسبة التباين ، وكلما قلَ المتوسط السنوي لكمية الهطل زادت نسبة التباين .

وتتطبق النتائج الخاصة بقيم الانحراف المعياري لكميات الهطل السنوية على قيم الانحرافات المعيارية الشهرية، حيث تزداد قيمة الانحراف المعياري مع ازدياد كمية المطر، أي تكون أكبر ما يمكن في فصل الأمطار، وعليه فالأشهر الأكثر مطراً هي الأشهر الأكثر انحرافاً

في معظم المحطات المدروسة، وبصورة عامة تكون قيمة الانحراف المعياري قليلة في الأشهر قليلة المطر، ويتضح ذلك من الجدول رقم (٢-٣).

ولمعرفة الأثر الفعلي لتغيرات الأمطار في منطقة الدراسة تم الاعتماد على معامل الاختلاف وهو يعبر إحصائياً عن مدى التغير في كمية المطر، ومن الجدول رقم (٢-٣) الذي يبين معامل الاختلاف للأمطار السنوية والشهرية في منطقة الدراسة تمكن ملاحظة الآتي:

– وتصل قيم معامل الاختلاف إلى أعلى قيم لها في الأشهر قليلة الأمطار أي إن معامل الاختلاف يكون كبيراً جداً في أشهر الخريف والربيع في معظم المحطات المدروسة ويصل إلى أدنى قيمة له في أشهر الشتاء، حيث تتراوح قيمة معامل الاختلاف في شهر أيلول بين (٢٠٠-٥٠٠%) في محطات الإقليم ، فهي تصل في محطة البوكمال إلى (٢٨١،٥%) ، وفي محطة الرقة إلى (٥٤٦،٥%) ، وفي محطة القامشلي إلى (٣٠٥،٧%).

– وتسجل أدنى قيمة لمعامل الاختلاف في معظم المحطات المدروسة بين شهري كانون الأول وشباط ، حيث يتراوح معامل الاختلاف بين (50-75 %) في كل المحطات، البوكمال (71.7%)، الرقة (٥٣،٤%)، دير الزور (٧٣،٢%) خلال شهر كانون الثاني، جرابلس (٥١,٩) خلال شهر كانون الأول، القامشلي (٥٥،٢%)، الحسكة (٥٧،٨%) خلال شهر شباط).

وعليه نجد أن معامل الاختلاف في كل الأشهر التي يسقط فيها المطر تقل قيمته كلما اتجهنا من الجنوب إلى الشمال أي كلما تزايدت كمية الأمطار قلت قيمة معامل الاختلاف كما هو واضح في الجدول رقم (٢-٣).

وبالتالي هناك تناسب طردي بين متوسطات الأمطار ومعامل الاختلاف، الأمر الذي يبين أثر التغيرات الشهرية والسنوية في كمية الأمطار حيث تتزايد في المنطقة الأقل مطراً، وهذا ينطبق على التغيرات الشهرية حيث تزداد في الشهور الأقل مطراً، الأمر الذي يبين خطورة هذه التغيرات وتأثيرها السلبي على المنطقة المدروسة حيث تزرع المحاصيل الشتوية والتي تعتمد على مياه الأمطار في النمو.

الجدول رقم (٢-٣) يبين المتوسطات السنوية والشهرية للأمطار والانحراف المعياري ومعاملات التغير.

		أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون١	كانون٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	السنوي
الحسكة	المتوسط الشهري	1.8	14	27	39.9	49.4	41.8	39.9	39.7	19.2	273.8
	الانحراف المعياري	6.8	19.1	27.6	28.8	37.4	24.2	27.9	28.6	33.3	103.6
	معامل الاختلاف	379.1	136.7	102	72.1	75.7	57.8	69.9	72.1	172.9	37.8
	القيمة الأعلى	44	101.3	141.3	119	223.3	93.7	126.7	118.3	164.9	544.4
	القيمة الأدنى	0	0	0.1	1.2	2.1	3.7	1.5	4.2	0	70
القامشلي	متوسط الشهري	0.8	19.2	38.5	64.4	75.8	68.9	64.4	58	28.3	420.7
	انحراف معياري	2.6	22.2	31.7	44.7	47.1	38.1	43.8	37.1	40.6	139.3
	معامل اختلاف	305.7	115.4	82.1	69.4	62.1	55.2	68.1	64	143.6	33.1
	القيمة الأعلى	14.6	88.9	159	190.3	260.7	159.5	233.8	193.4	170.6	825.9
	القيمة الأدنى	0	0	0.9	2	4	17.9	9.5	0	0	157.7
جرابلس	متوسط الشهري	2.2	22.0	34.6	54.5	58.1	47.0	43.6	35.0	19.4	316.4
	انحراف معياري	6.3	24.9	22.1	28.3	37.2	30.0	31.5	28.6	19.9	91.8
	معامل اختلاف	287.4	113.0	63.8	51.9	64.1	63.8	72.1	81.7	102.5	29
	القيمة الأعلى	37.8	113.5	105.6	160	202	141.9	160.4	151.8	74.7	586.6
	القيمة الأدنى	0	0	0.5	0	1.1	2.5	0.9	0.2	0	94
دير الزور	المتوسط الشهري	0.2	6.3	15.6	23.2	28.4	25.5	24.3	19.7	8.5	152.5
	الانحراف	0.5	9.3	15.4	18.5	20.8	17.6	24	22.2	11.9	59.7
	الاختلاف	304.4	147.4	98.7	80	73.2	68.8	99	113.1	139.7	39.2
	القيمة الأعلى	2.5	33.1	61.6	72.9	89.5	65.6	123	97.2	48	277.4
	القيمة الأدنى	0	0	0	1.3	0.6	0.4	1.2	0	0	39.5
رقة	المتوسط الشهري	0.7	12.6	18.3	30.1	35.6	30.5	32.6	22.4	13.6	196.4
	الانحراف المعياري	4.1	18.3	15.5	20.7	19	24.6	25.3	17.2	19.7	71.0
	معامل الاختلاف	546.5	145.4	84.5	68.7	53.4	80.8	77.6	76.7	144.6	36.1
	القيمة الأعلى	27.7	87.2	64.2	96	97.3	101	109.7	71.7	73.9	343.7
	القيمة الأدنى	0	0	0	0.3	4	2.3	1.5	0.3	0	67.9
البوكمال	متوسط الشهري	0.3	5.7	14.1	19.8	23.4	20.7	21.4	18.2	7	130.9
	انحراف معياري	1	8.9	20.3	15.2	16.8	20.6	25.7	19.8	11.2	57.7
	معامل اختلاف	281.5	154.9	143.8	76.6	71.7	99.5	119.9	108.5	159.9	44.1
	القيمة الأعلى	4.8	31.4	95.9	70.7	61.8	114.5	144.1	77.2	44.4	260.8
	القيمة الأدنى	0	0	0	0.5	0.8	0	0	0	0	27.7

*الجدول من عمل الطالبة اعتماداً على بيانات الأمطار الشهرية، المديرية العامة للأرصاد الجوية- دمشق.

ومن الجدول رقم (٣-٣) الذي يبين الخصائص الإحصائية للأمطار السنوية في بعض المحطات المدروسة نجد:

– أن العلاقة عكسية بين كمية المطر و التباين، فكلما ازداد متوسط الأمطار السنوية قلت نسبة التباين وكلما قل المتوسط زادت نسبة التباين وكذلك الفرق بين أعلى نسبة للتباين وأدناها. [متوسط أمطار البوكمال (١٢٨،١) مم ونسبة التباين فيها (9.4%) ، أما القامشلي فمتوسط أمطارها (٤٠٧،٨)مم ونسبة التباين فيها (٥،٢%)]

– أن أعظم فرق بين أعلى نسبة تباين وأدناها خلال فترة الدراسة سجل في محطة البوكمال الأقل مطراً (١٨٢،٠%) حيث بلغ أعلى مجموع سنوي لكمية الأمطار إلى المتوسط (٢٠٣،٧%) ونسبة أدنى مجموع سنوي إلى المتوسط (٢١،٦%).

– كما إنه بتطبيق نسبة التباين(هلمان) نجد أن هذه النسبة تكون غير مرضية جداً في كل المحطات، ونلاحظ أن أعلى ارتفاع لنسبة التباين يسجل في محطة البوكمال (٩،٤) الأقل مطراً.

وعليه يمكن القول إن هناك تناسباً عكسياً بين مدى التغير السنوي والشهري مع متوسطات الأمطار، الأمر الذي يشير إلى خطورة التباين المطري، وتبلغ ذروة هذا الخطر في المناطق قليلة الأمطار والتي لا تتحمل أي نقصٍ في كميات الأمطار الساقطة عليها.

الجدول رقم (٣-٣)

يبين الخصائص الإحصائية للأمطار السنوية في بعض المحطات المدروسة

	البوكمال	نسبة التباين	القامشلي	نسبة التباين	الحسكة	نسبة التباين	جرابلس	نسبة التباين	دير الزور	نسبة التباين
المتوسط السنوي							313.3			
أكبر مجموع سنوي(أعلى قيمة)	260.8	203.7	825.9	202.5	544.4	206.3	586.6	186.8	277.4	186.4
أصغر مجموع سنوي (أدنى قيمة)	27.7	21.6	157.7	38.7	70.0	26.5	94.0	29.9	39.5	26.5
مقياس التباين	1.8	1.4	1.6	0.4	1.2	0.4	1.2	0.4	0.6	0.4
نسبة التباين	9.4	9.4	5.2	5.2	7.8	7.8	6.2	6.2	7.0	7.0
الفرق بين أعلى قيمة وأدنى قيمة	233.1	182.0	668.2	163.9	474.4	179.8	492.6	156.8	237.9	159.9

*الجدول من عمل الطالبة اعتماداً على بيانات الأمطار الشهرية، المديرية العامة للأرصاد الجوية- دمشق.

٣-٢: اتجاهات التغير في كميات الأمطار في أثناء الفترة المدروسة:

يصنف إقليم الدراسة في التصنيفات المناخية بأنه من أقاليم المناطق الجافة وشبه الجافة وتتميز أمطار المناطق الجافة وشبه الجافة – والتي تنتمي إليها أرض الإقليم- بقلتها وشحها وعدم انتظام سقوطها ، بالإضافة إلى تفاوت كمياتها من فصل لآخر ومن سنة لأخرى تفاوتاً كبيراً، وبالتالي فإن معرفة الاتجاه العام للأمطار يساعد في التعرف على خصائصها وبصورة خاصة فيما يتعلق بدراسة الجفاف وإنتاجية المحاصيل الزراعية البعلية التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بتغيرات الأمطار (الموسى ،١٩٩٩، ص).

وبما أن إقليم الدراسة يعد من أهم الأقاليم السورية زراعياً باعتباره المنطقة الأولى لزراعة القمح (الغذاء الرئيس للسكان). ويمر من ضمنه شريان الحياة بالنسبة لسورية (نهر الفرات) والذي يعد من أهم الموارد المائية السطحية في القطر، لذا فإن معرفة الاتجاه العام للأمطار ورسم صورة متكاملة لها يسهم في إغناء الدراسات المتكاملة ويساعد في وضع الخطط التنموية الهادفة إلى تطوير الزراعة البعلية في المنطقة.

تستخدم عادةً في تحليل السلاسل الزمنية المطرية وتحديد اتجاهاتها عدة طرائق من أهمها طريقة الرسم البياني البسيطة، وطريقة المتوسطات المتحركة، وطريقة المتوسطات النصفية، والطريقة الرياضية المعروفة بطريقة انحدار الخط المستقيم أو طريقة المربعات الصغرى . وطريقة خط الانحدار الأسي ، واللوغاريتمي ....

ولدراسة خط الاتجاه العام في إقليم الدراسة تم استخدام طريقة انحدار الخط المستقيم (من الدرجتين الأولى والثالثة) وطريقة خط الانحدار الأسي واللوغارتمي، ولإظهار الدورات غير المنتظمة والتقلبات في بيانات الأمطار تم استخدام طريقة المتوسطات المتحركة الخماسية. و لدراسة الدورات غير المنتظمة والتقلبات التي توجد في بيانات الأمطار .

٣-٢-١: معادلة الخط المستقيم من الدرجة الأولى:

تدل معادلة الخط المستقيم من الدرجة الأولى على الاتجاه العام للتناقص أو التزايد في الأمطار خلال السلسلة الزمنية المحددة كما تحدد مدى تباعد أو تقارب كمية الأمطار السنوية عن خط الاتجاه العام المستقيم (موسى؛١٩٨٨،ص١٠٥) .

ونتيجةً لتطبيق معادلة خط الانحدار من الدرجة الأولى على (٦) محطات في الإقليم يمكن تسجيل الحقائق الآتية:

١- الاتجاه العام متناقص في المحطات كافةً.

٢- كان خط الاتجاه (المتناقص) فوق المعدل منذ الستينيات وحتى الثمانينيات.

٣- أصبح خط الاتجاه (المتناقص) دون المعدل منذ منتصف الثمانينيات حتى ٢٠١١.

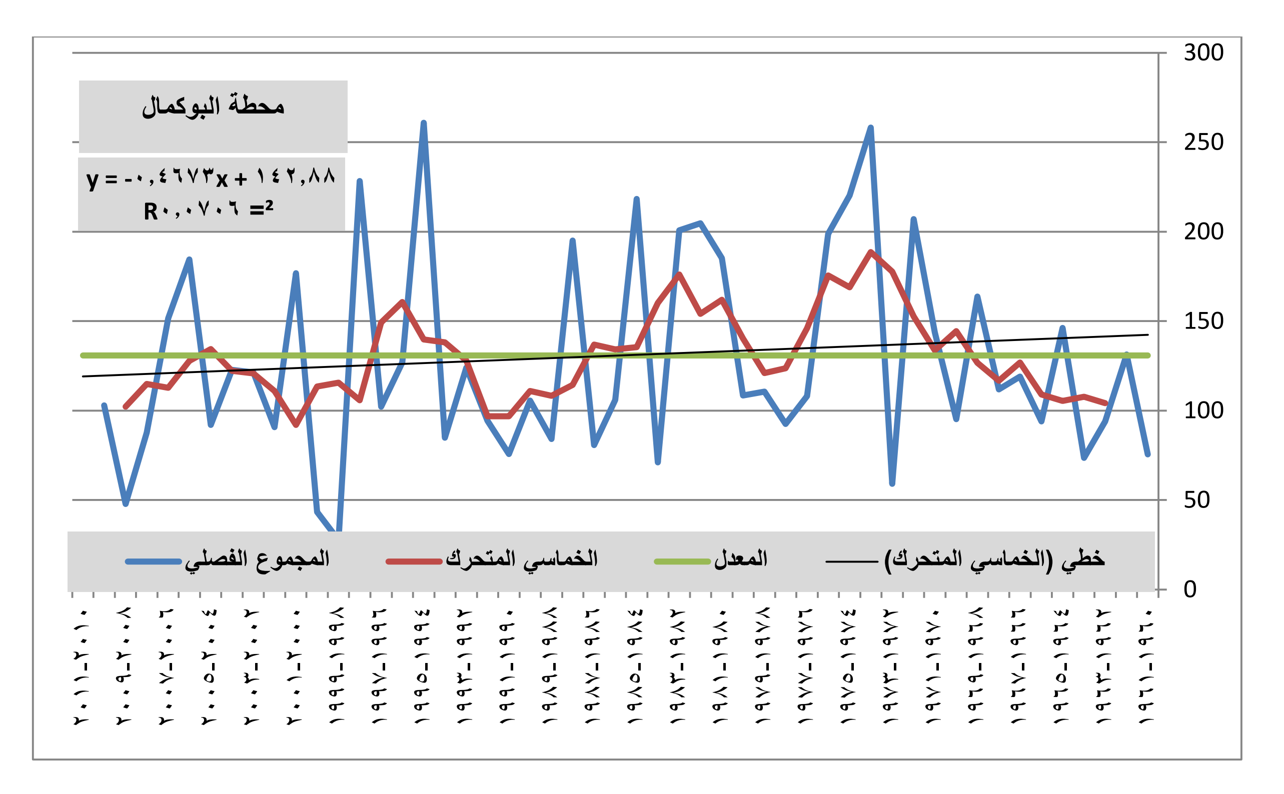
٤- تدل قيم معامل الانحدار السالبة والتي سجلت (-٠,٤٦ في محطة أبو كمال و-٠,٩٨ في محطة دير الزور، و-١,٩ في محطة الرقة و -٢,٤٦ في محطة الحسكة و-٠،١١٤ في محطة القامشلي و1.524- في جرابلس) على وجود وجهة عامة تدل على اتجاه هابط للأمطار ذي قيمة في كافة المحطات ويدل على ذلك قيم معامل التفسير كما في الجدول رقم (٣-٤) والأشكال ([٣-٢]،[٣-٣]،[٣-٤]،[٣-٥]،[٣-٦]،[٣-٧]).

٥- كانت قيم معامل التفسير (R^2) ذات دلالة إحصائية مهمة في كل من الحسكة (٠,٥٢) والقامشلي (٠,٥٦) ودير الزور (٠,٣٥) ، وجرابلس (٠,٢٩) ، والرقة (٠,١٤٩) وكانت غير مهمة إحصائياً في البوكمال (٠,٠٧٠).

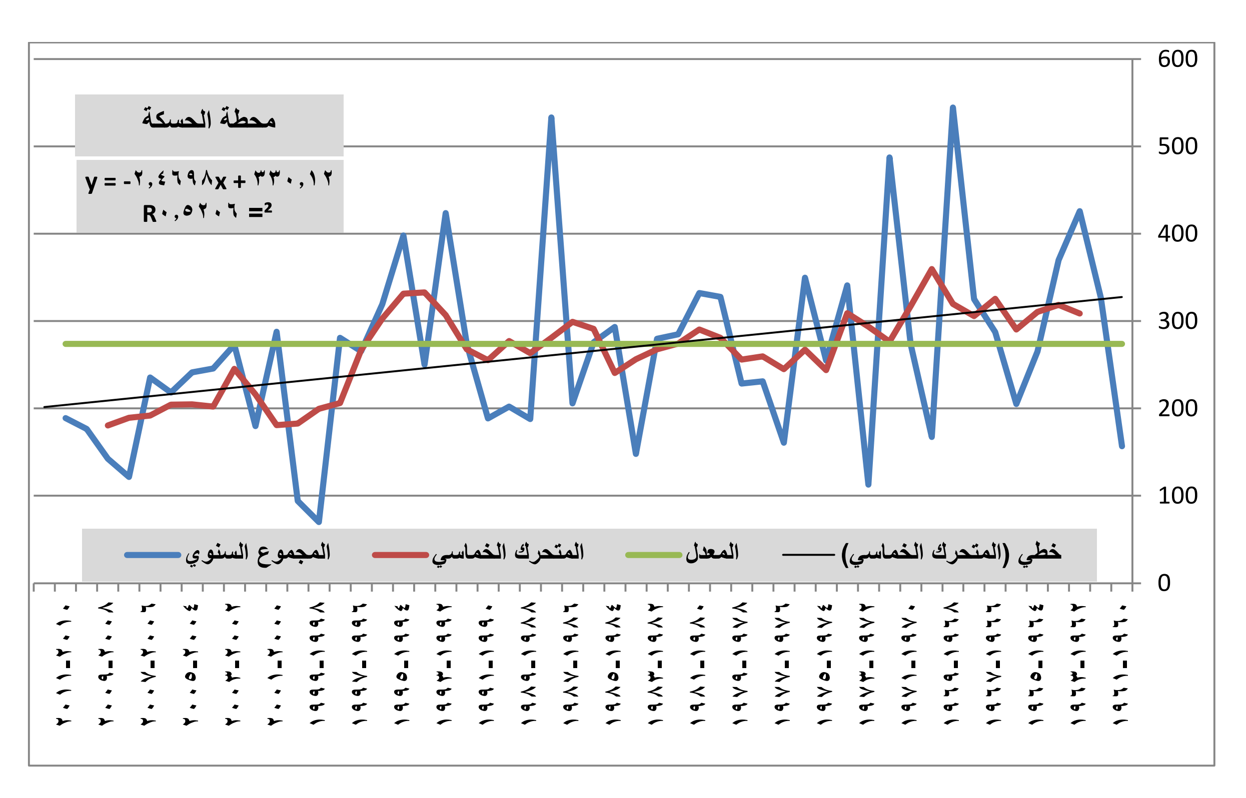
جدول رقم (٤-٣) الاتجاه العام (من الدرجة الأولى) للهطل في إقليم الجزيرة والفرات خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١- ٢٠١٠/٢٠١١

المحطة	معادلة الاتجاه العام من الدرجة الأولى	معامل التفسير R^2
جرابلس	y = -1.524x + 365.3	$R^2 = 0.295$
الرقة	y = -1.911x + 240.1	$R^2 = 0.149$
البوكمال	y = -0.467x + 142.8	$R^2 = 0.070$
الحسكة	y = -2.469x + 330.1	$R^2 = 0.520$
القامشلي	y = -3.714x + 505.5	$R^2 = 0.567$
دير الزور	y = -0.981x + 173.7	$R^2 = 0.353$

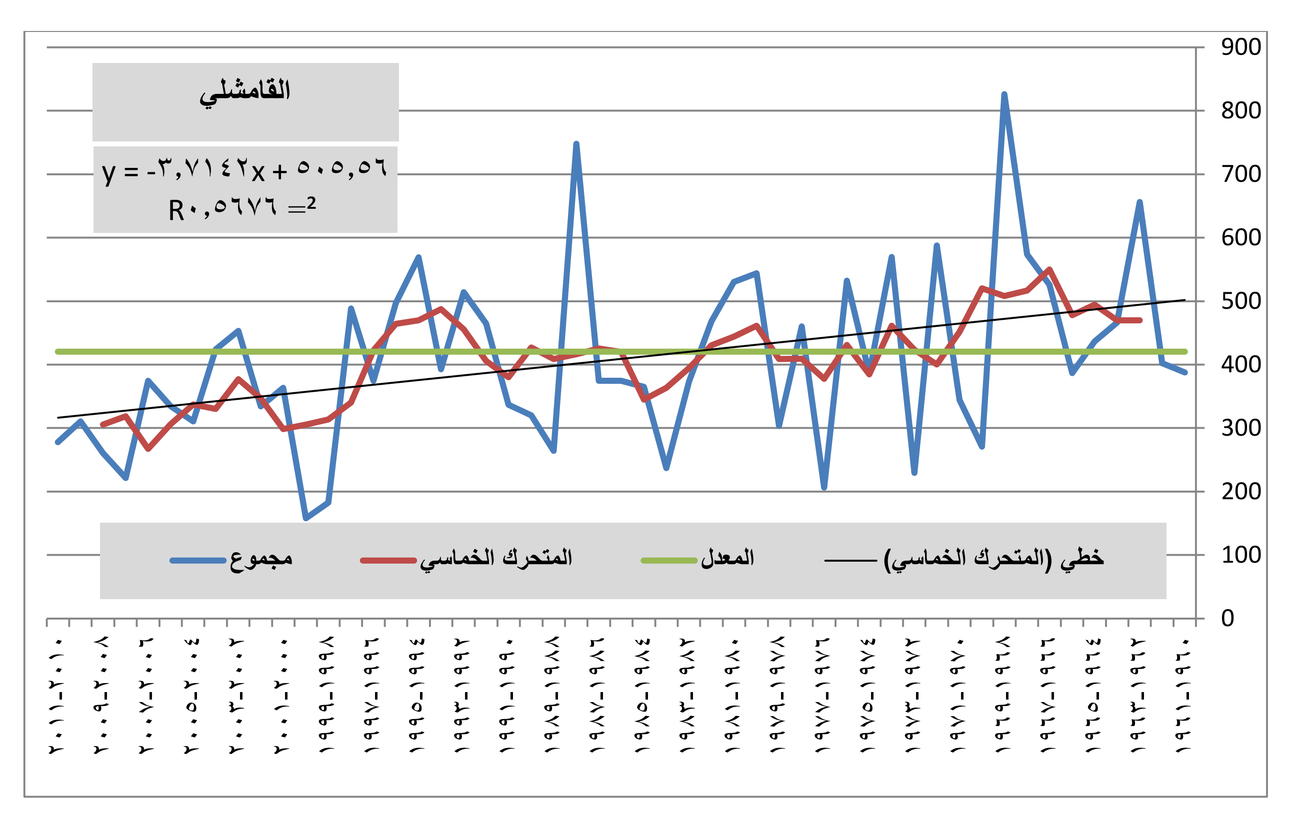
الجدول من إنشاء الطالبة وحسابها اعتماداً على بيانات مديرية الأرصاد الجوية



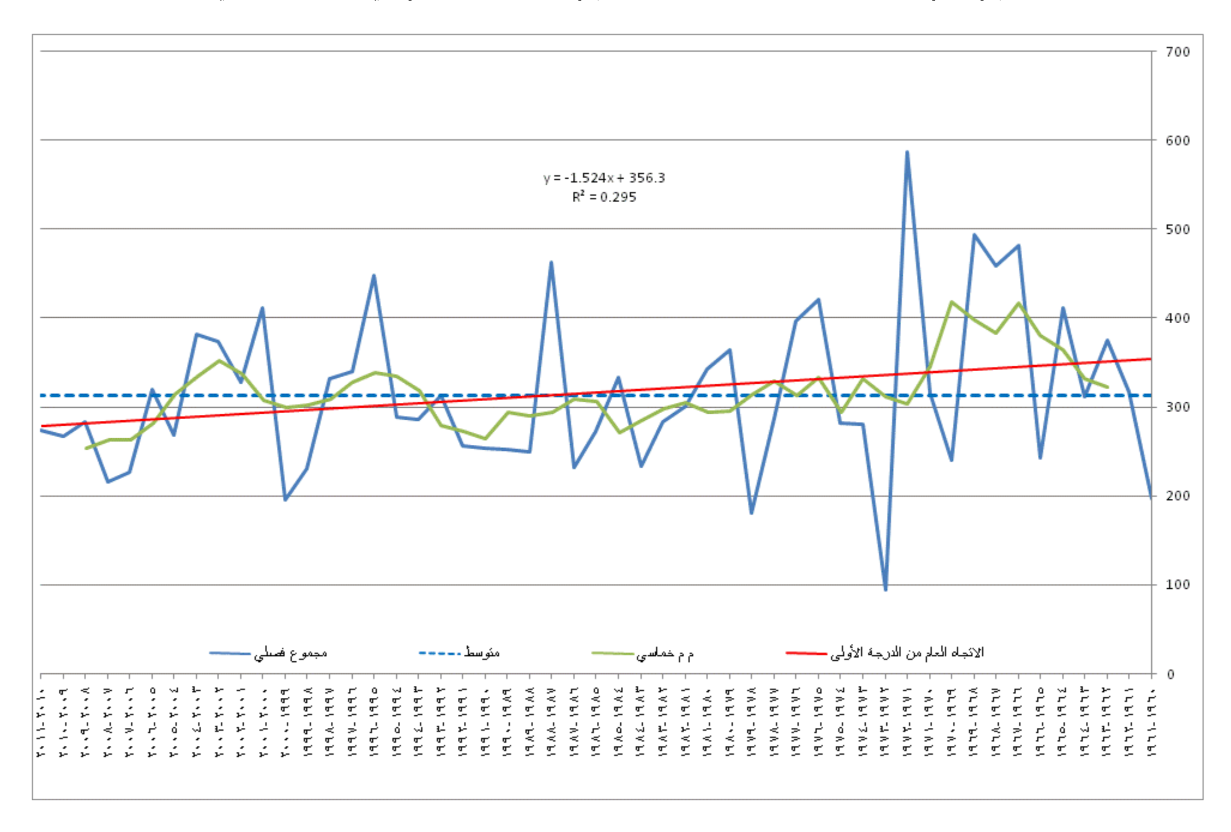
الشكل رقم (٣-٢) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة البوكمال



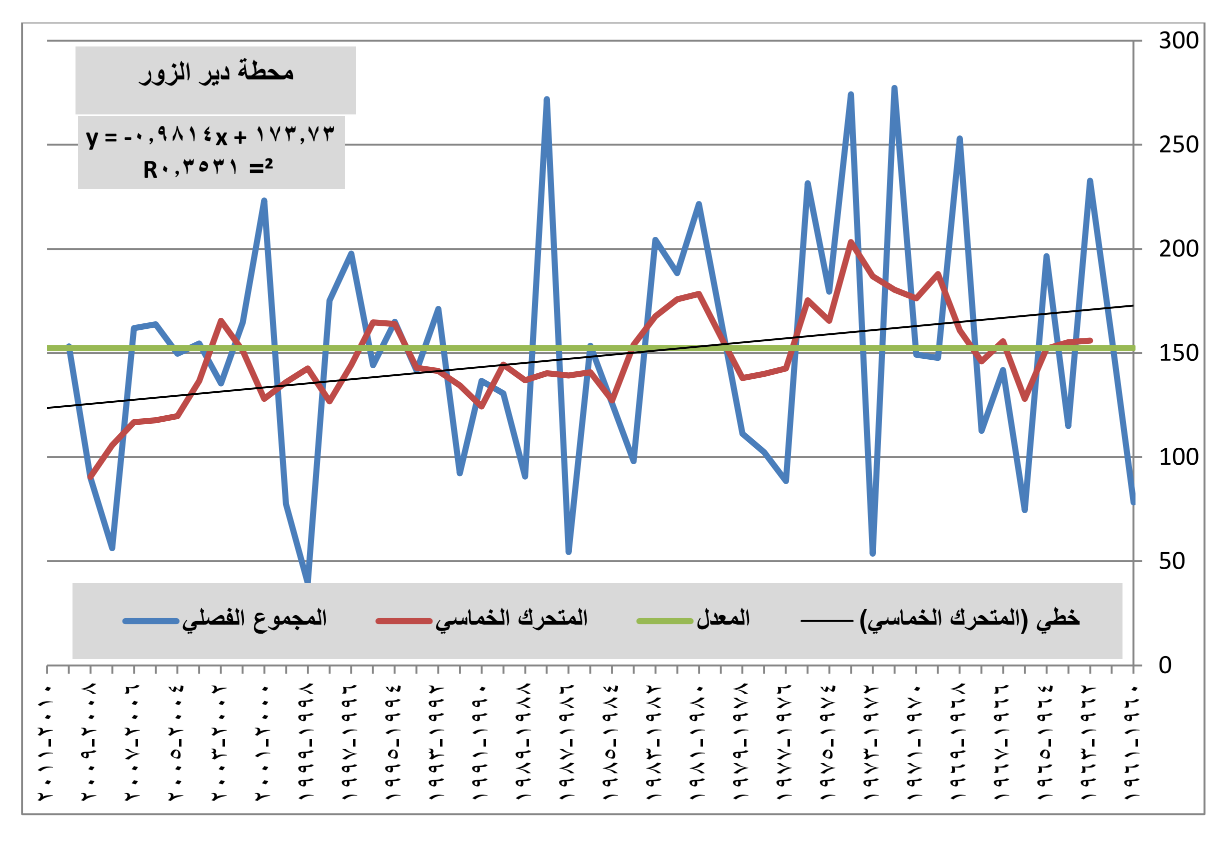
الشكل رقم (٣-٣) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة الحسكة



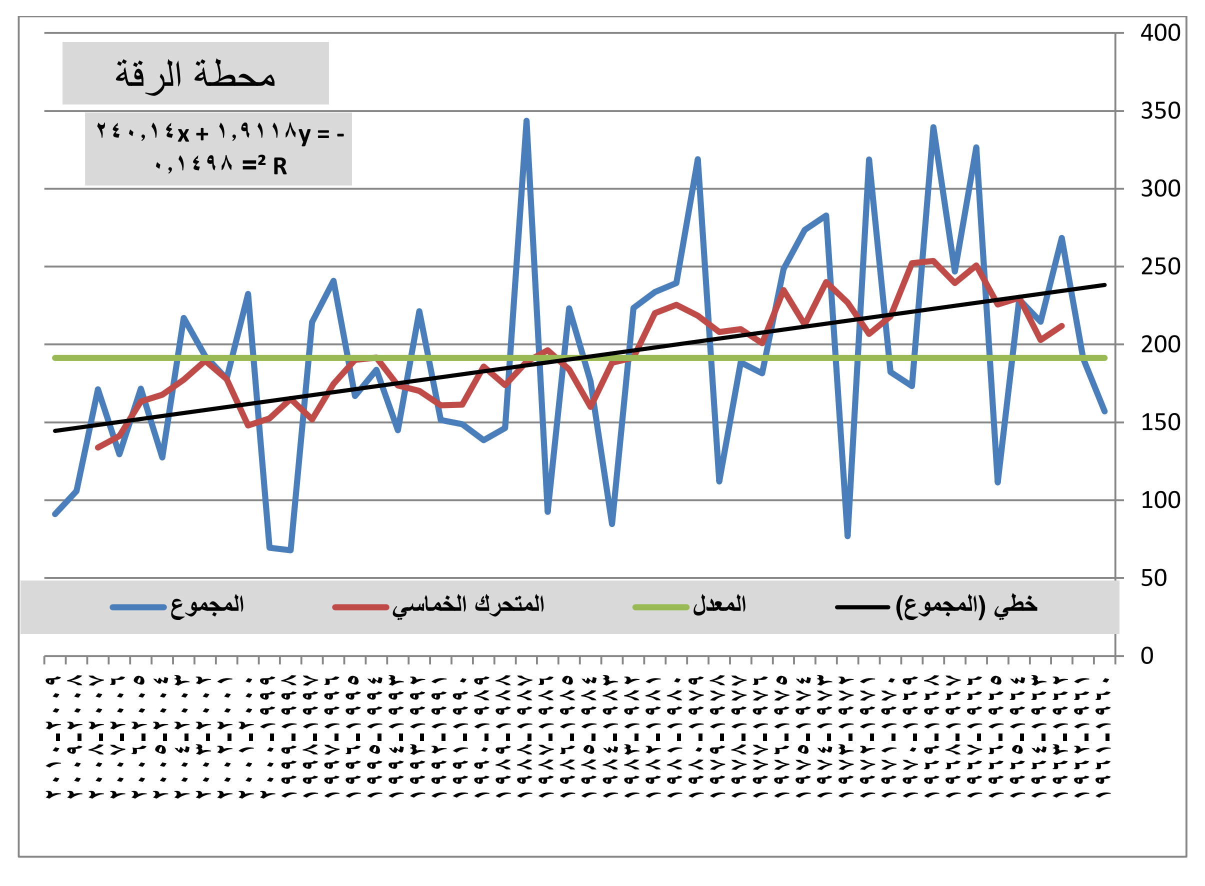
الشكل رقم (٣-٤) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة القامشلي



الشكل رقم (٣-٥) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة جرابلس



الشكل رقم (٣-٦) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة دير الزور



الشكل رقم (٣-٧) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الأولى) في محطة الرقة

٣-٢-٢: الاتجاه العام متعدد الحدود: (درجة ثالثة):

من نتائج تطبيق معادلة الاتجاه العام من الدرجة الثالثة تبين الآتي:

١- هناك اتجاه عام واضح نحو التناقص في كميات الأمطار في محطات الإقليم (الرقة – الحسكة – القامشلي – دير الزور– جرابلس) . الأشكال رقم ([٣-٩]،[٣-١٠]،[٣-١٢]،[٣-١٣]).

٢- وهذا التناقص (خط الاتجاه) أصبح أقلَ من المعدل في هذه المحطات ابتداءً من منتصف الثمانينيات .

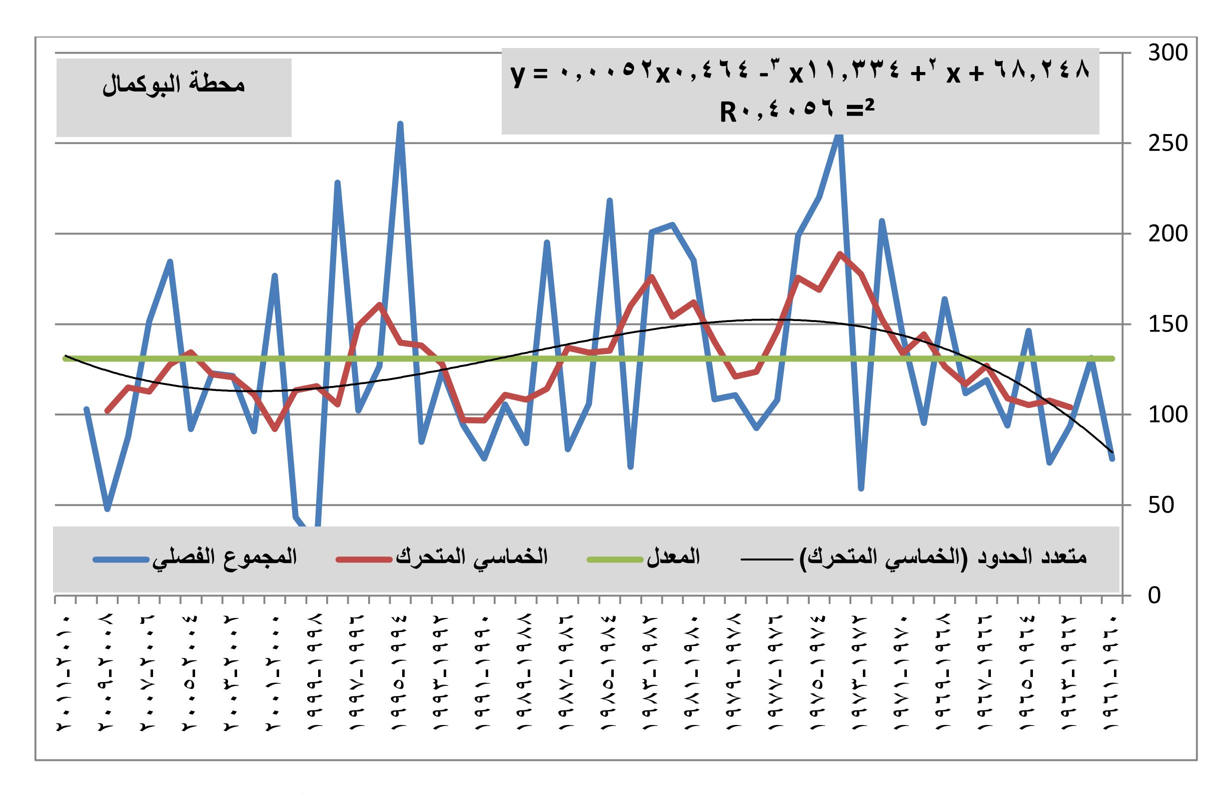
٣- بينما في محطة (البوكمال) كان الاتجاه متزايداً منذ الستينيات وحتى منتصف السبعينيات، ثم أخذ بالتناقص حتى منتصف التسعينيات، وبعد ذلك عاد للتزايد حتى٢٠١١ ولكن خط الاتجاه العام يبقى دون المعدل في محطة البوكمال، بينما تجاوز المعدل في محطة جرابلس ابتداءً من عام٢٠٠٦. ويعدُ هذا التزايد ناجماً عن سنوات وفيرة الهطل مثل عام ٢٠٠٦ في محطة البوكمال و٢٠٠٦-٢٠٠٧-٢٠٠٨ في محطة جرابلس.الأشكال رقم ([٨-٣]،[١١-٣]).

٤- تراوحت قيم معامل التفسير (R^2) بين [(٠,٤٠ في محطة البوكمال) و (٠,١٦٤ في محطة الرقة)].الجدول رقم (٣-٥).

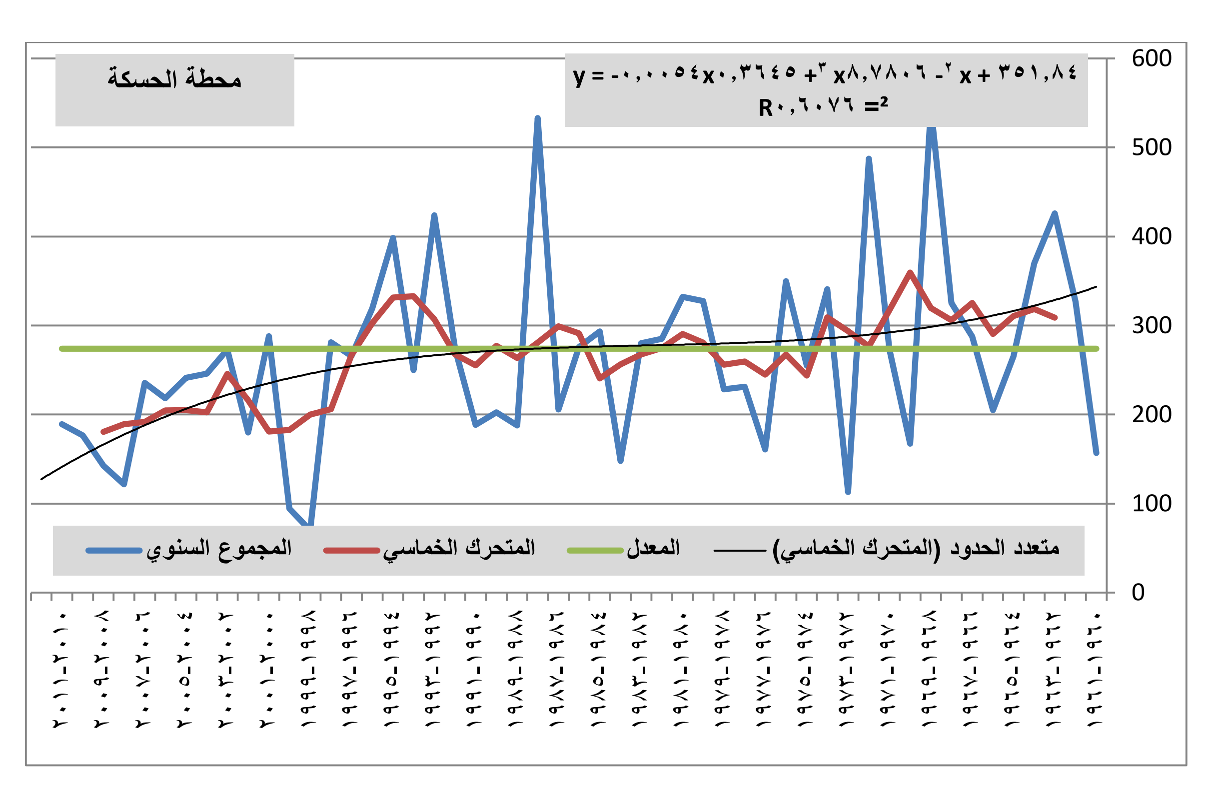
٥- كانت قيم معامل التفسير (R^2) ذات دلالةٍ إحصائية مهمة في المحطات كافةً باستثناء محطة جرابلس وتراوحت بين (0.405) في البوكمال و(0.164) في الرقة و(٠,٦٢٦) في القامشلي. أما في جرابلس فقد بلغت (0.025).

جدول رقم (٥-٣) يبين الاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) للهطل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١- ٠١٠/٢٠١١

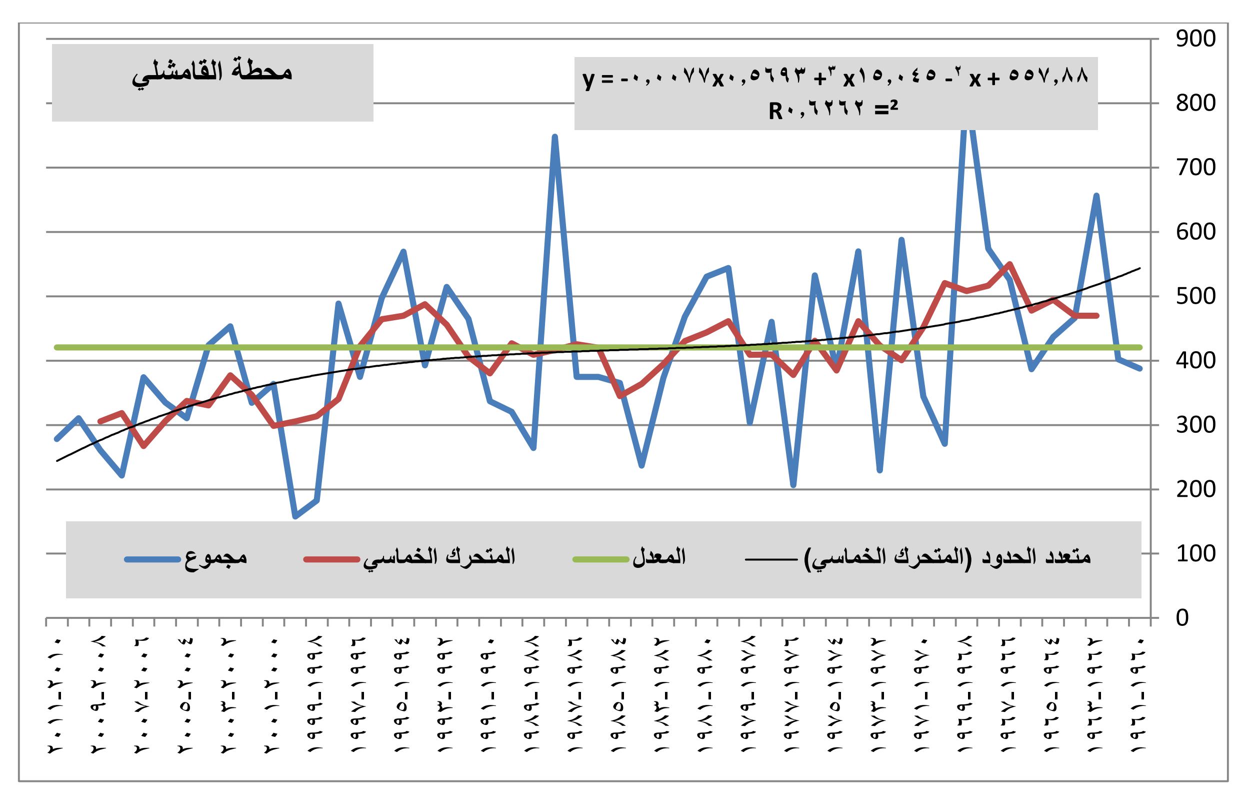
المحطة	معادلة الاتجاه العام من الدرجة الثالثة	معامل التفسير R^2
جرابلس	$y = 0.003x^3 - 0.265x^2 + 5.206x + 239.0$	$R^2 = 0.025$
الرقة	$y = 0.001x^3 - 0.121x^2 + 0.870x + 227.4$	$R^2 = 0.164$
البوكمال	$y = 0.005x^3 - 0.464x^2 + 11.33x + 68.24$	$R^2 = 0.405$
الحسكة	$y = -0.005x^3 + 0.364x^2 - 8.780x + 351.8$	$R^2 = 0.607$
القامشلي	$y = -0.007x^3 + 0.569x^2 - 15.04x + 557.8$	$R^2 = 0.626$
دير الزور	$y = 0.000x^3 - 0.079x^2 + 1.864x + 150.6$	$R^2 = 0.428$



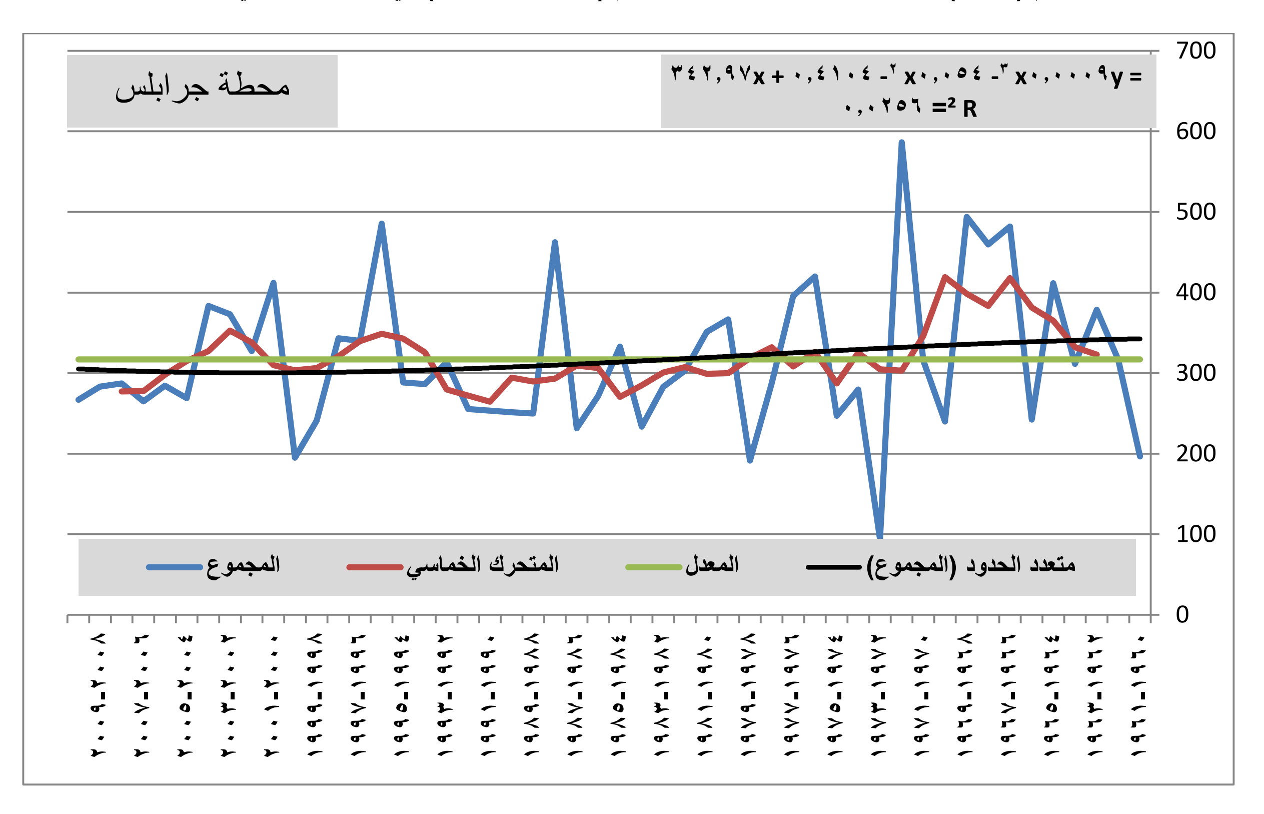
الشكل رقم (٨-٣) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة البوكمال



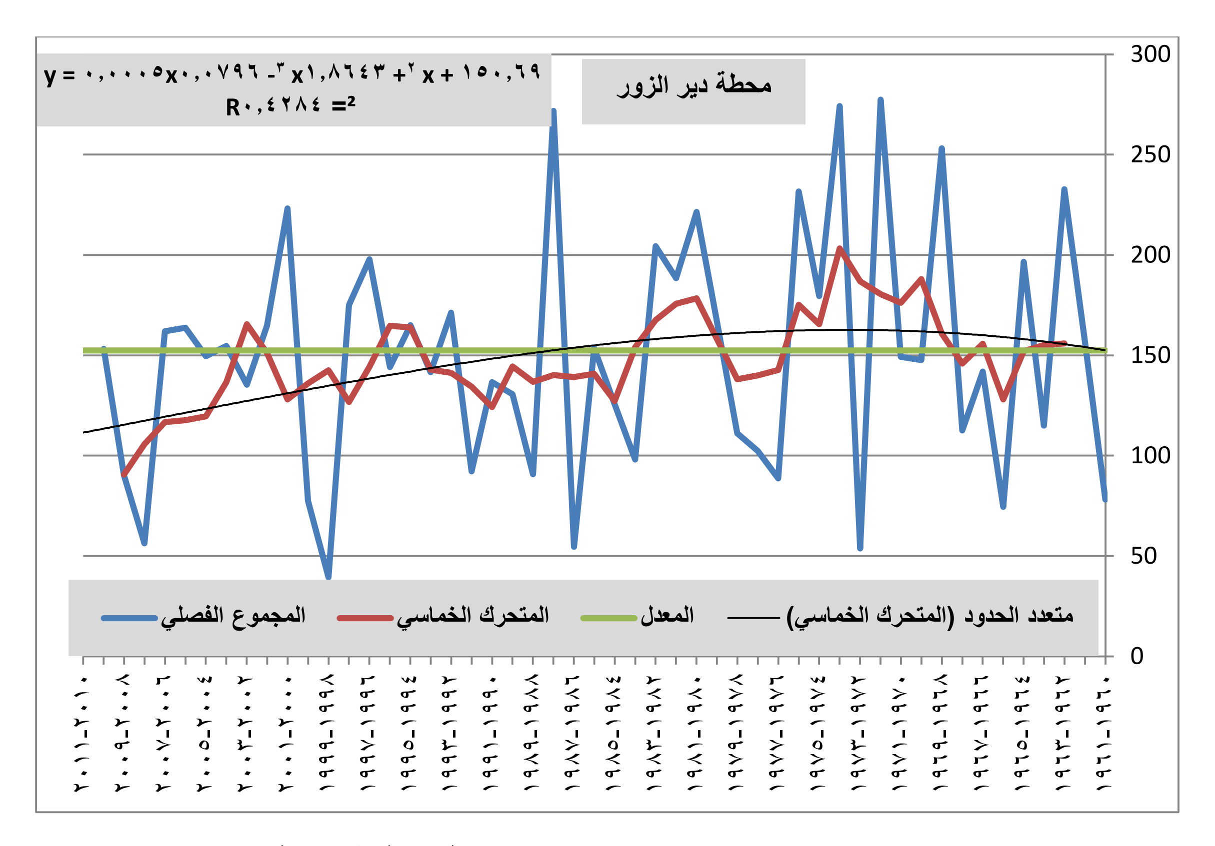
الشكل رقم (٩-٣) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الحسكة



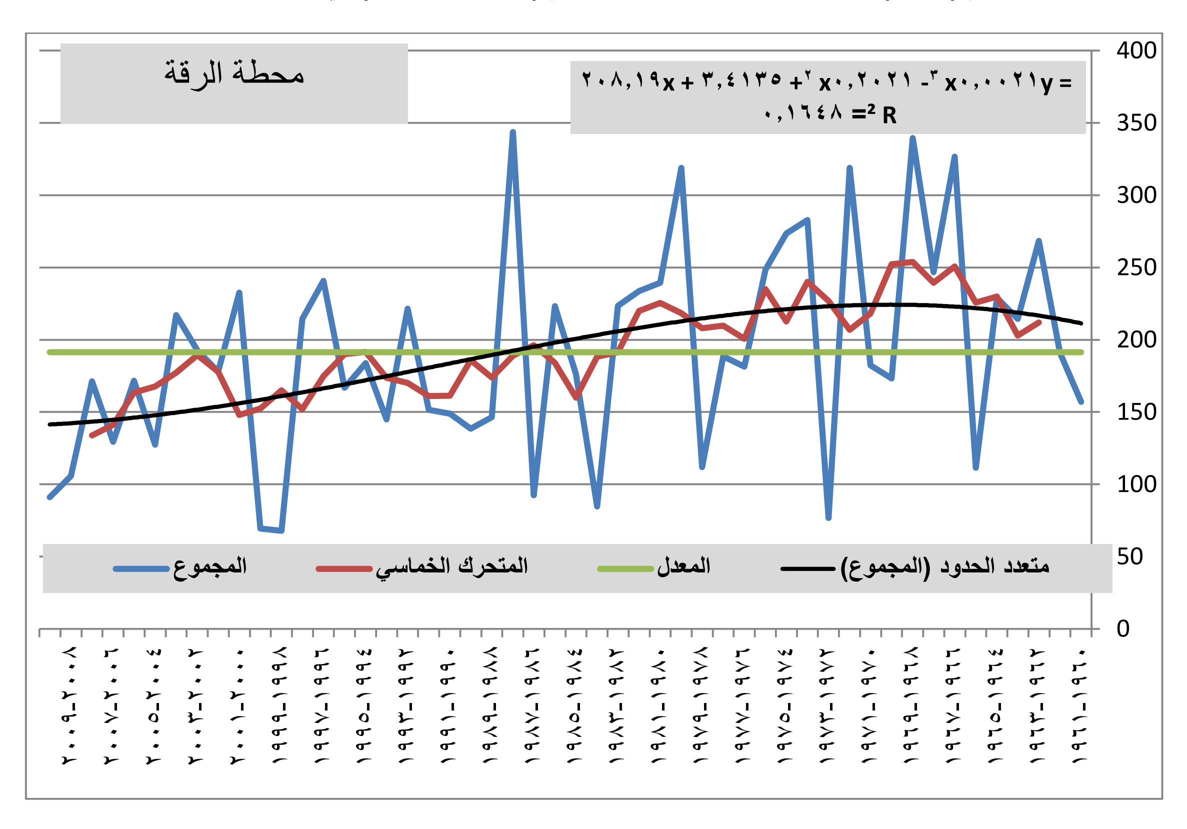
الشكل رقم (١٠-٣) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة القامشلي



الشكل رقم (١١-٣) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة جرابلس



الشكل رقم (٣-١٢) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة دير الزور



الشكل رقم (٣-١٣) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (من الدرجة الثالثة) في محطة الرقة

٣-٣-٣: معادلة الانحدار الأسي:

تم الانتقال إلى تطبيق معادلة الانحدار الأسي ، ومن النتائج تبين أن:

١- خط الاتجاه العام في جميع المحطات يتجه إلى التناقص في كميات الأمطار .

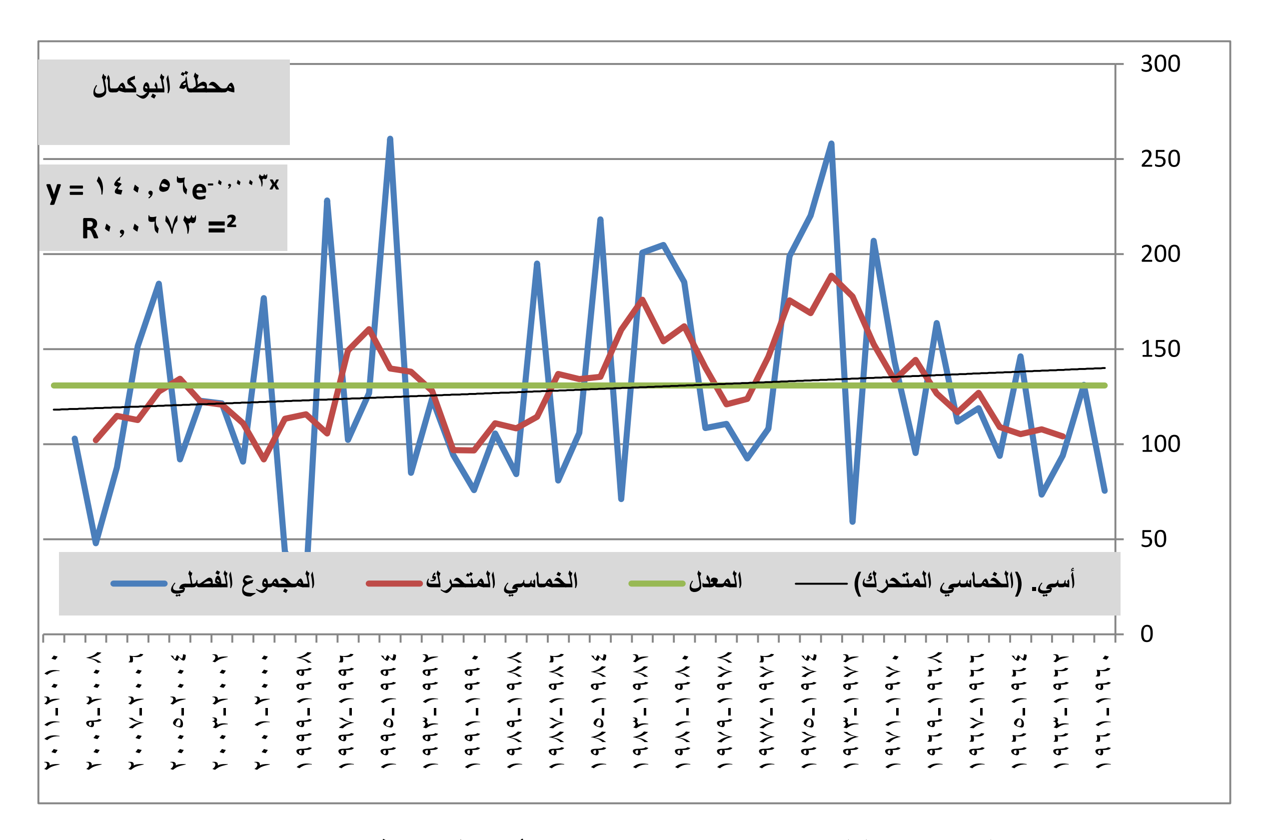
٢- هذا الاتجاه نحو التناقص قد انخفض عن المعدل العام في النصف الأول من ثمانينيات القرن الماضي وحتى الوقت الحاضر في محطات (الرقة، دير الزور، البوكمال ،القامشلي ،الحسكة) الأشكال رقم([٣-١٤]،[٣-١٥]،[٣-١٦]،[٣-١٨]،[٣-١٩]).

٣- بينما تراوح هذا الاتجاه حول المعدل العام في محطة جرابلس منذ ثمانينات القرن الماضي وحتى الوقت الحاضر.(١٧-٣).

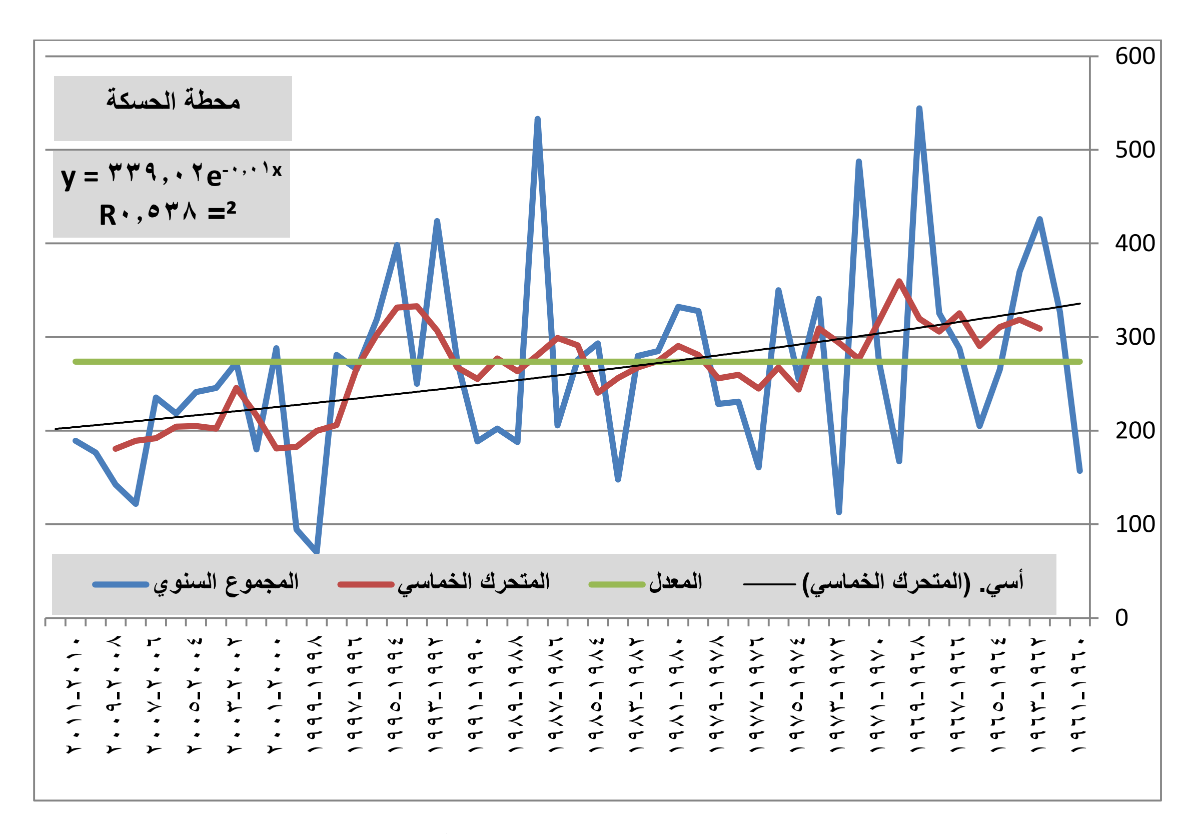
٤- كانت قيم معامل التفسير (R^2) ذات دلالة إحصائية مهمة في كل من الرقة (٠١٣٠) و الحسكة (٠,٥٣٨) والقامشلي (٠,٥٧٣) ودير الزور (٠,٣٦) ، وكانت غير مهمة إحصائياً في كل من جرابلس (٠,٠٠٦) والبوكمال (٠,٠٦٧).

جدول رقم (٦-٣) يبين الاتجاه العام الأسي للهطل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١- ٢٠١٠/٢٠١١

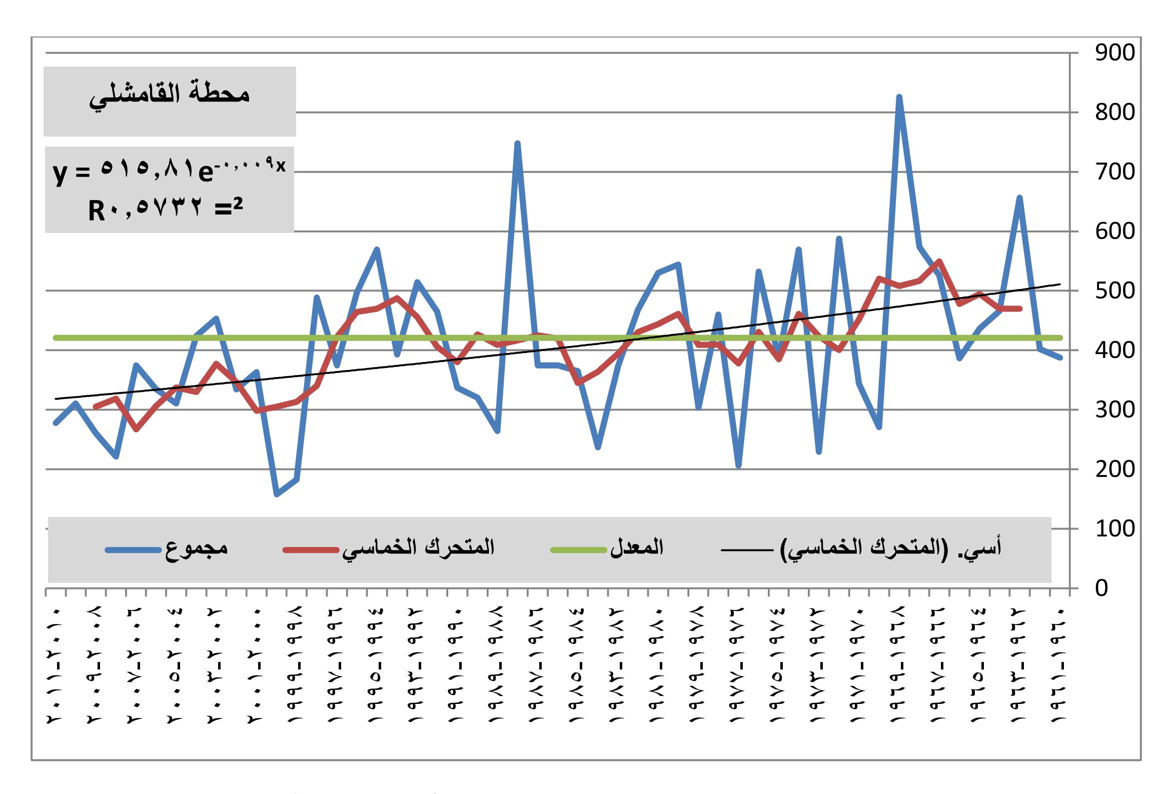
المحطة	أسي	معامل التفسير R^2
جرابلس	$y = 261.9e^{-3E-0x}$	$R^2 = 0.006$
الرقة	$y = 250.4e^{-0.01x}$	$R^2 = 0.130$
البوكمال	$y = 140.5e^{-0.00x}$	$R^2 = 0.067$
الحسكة	$y = 339.0e^{-0.01x}$	$R^2 = 0.538$
القامشلي	$y = 515.8e^{-0.00x}$	$R^2 = 0.573$
دير الزور	$y = 175.4e^{-0.00x}$	$R^2 = 0.368$



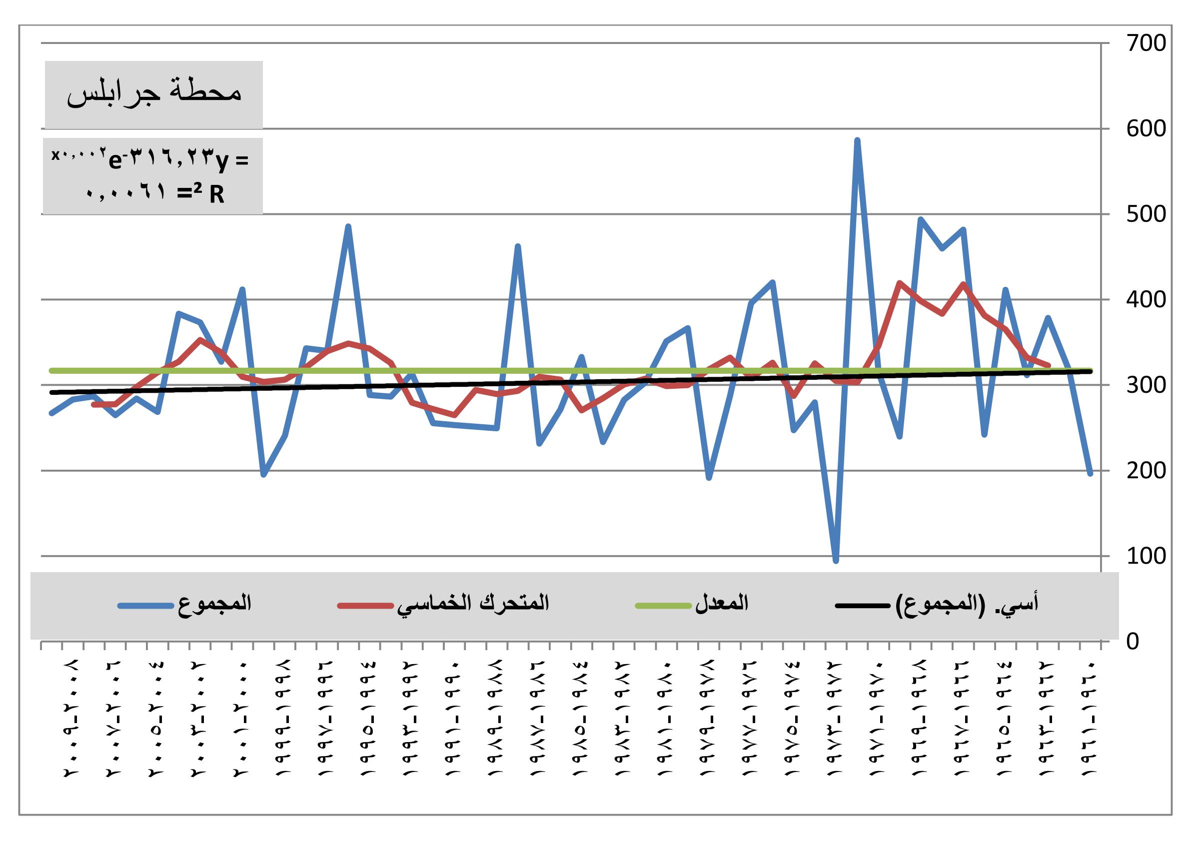
الشكل رقم (٣-١٤) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة البوكمال



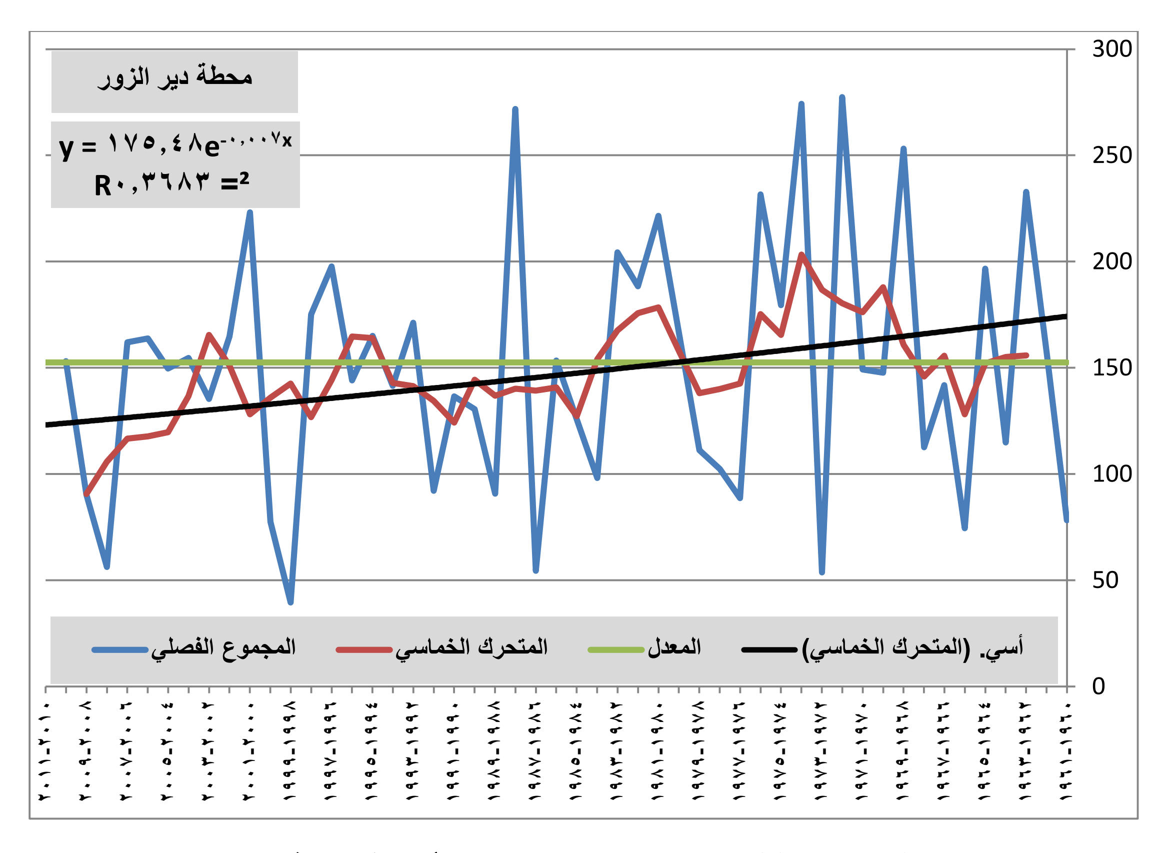
الشكل رقم (٣-١٥) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة الحسكة



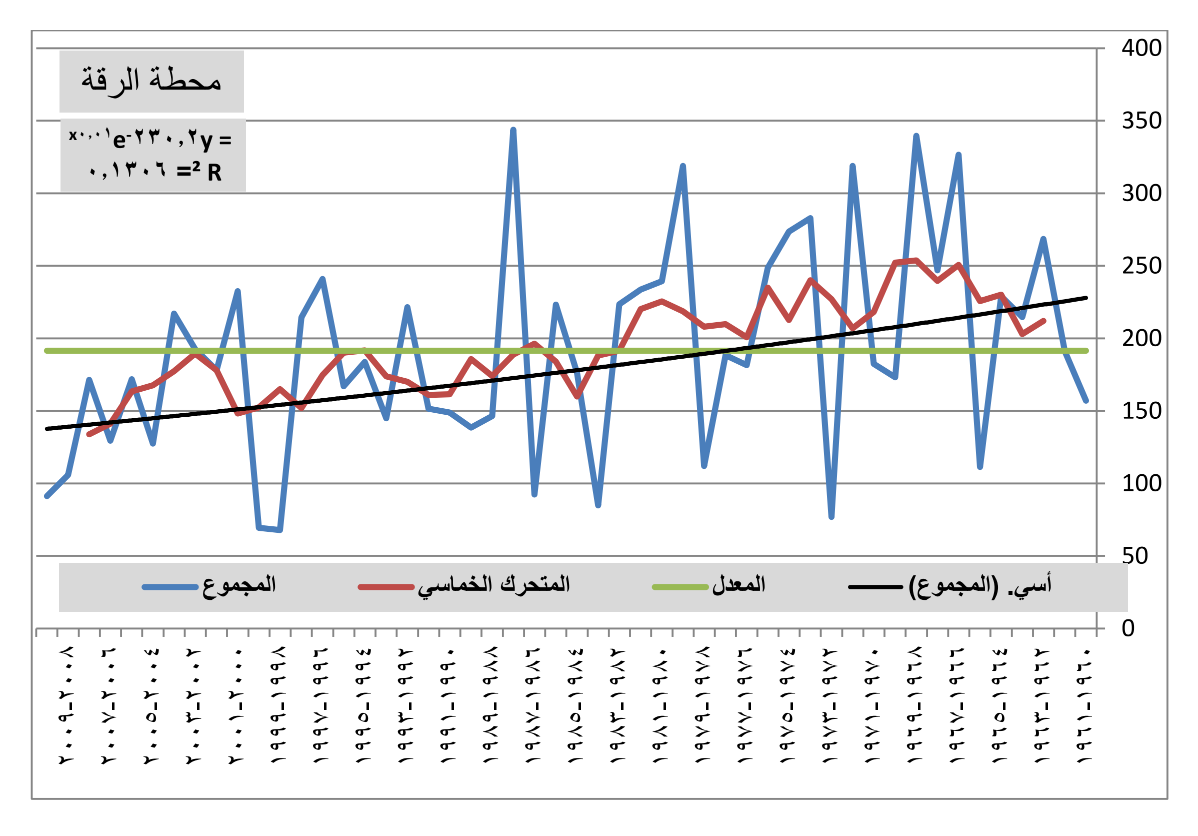
الشكل رقم (٣-١٦) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة القامشلي



الشكل رقم (٣-١٧) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة جرابلس



الشكل رقم (٣-١٨) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة دير الزور



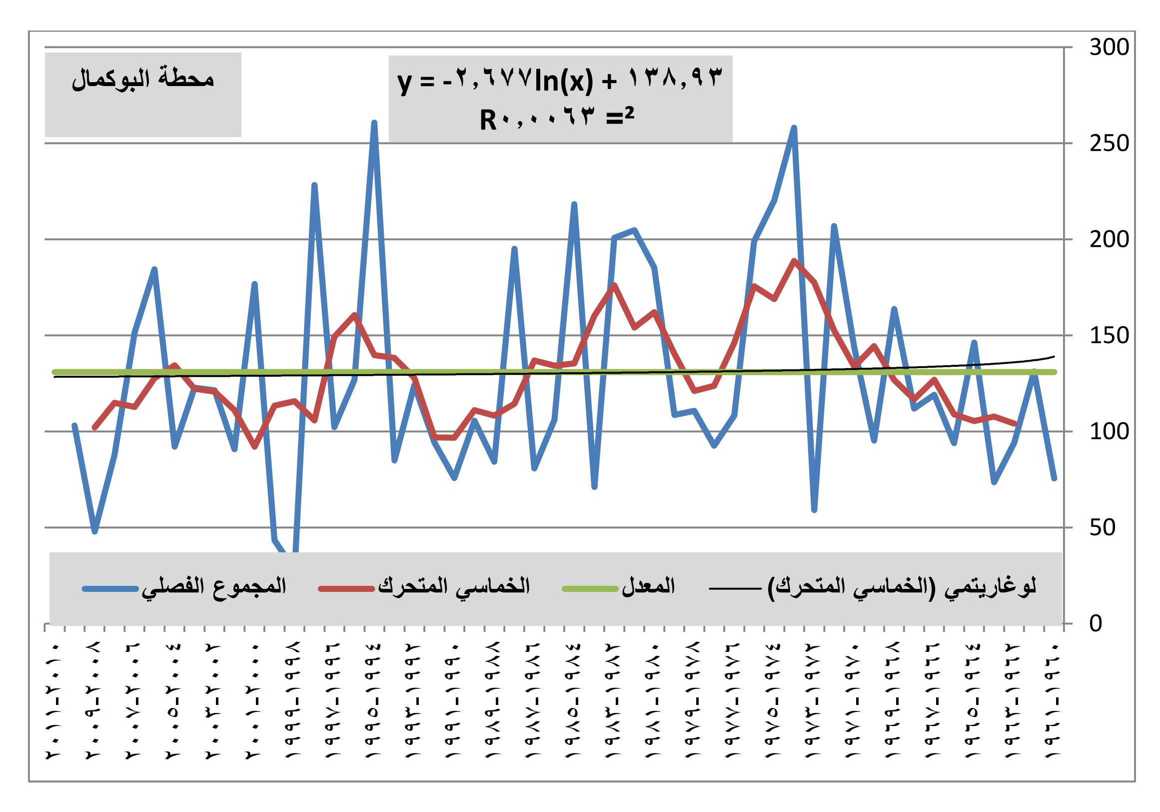
الشكل رقم (٣-١٩) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (الأسي) في محطة الرقة

٣-٢-٤: معادلة الانحدار اللوغارتمي:

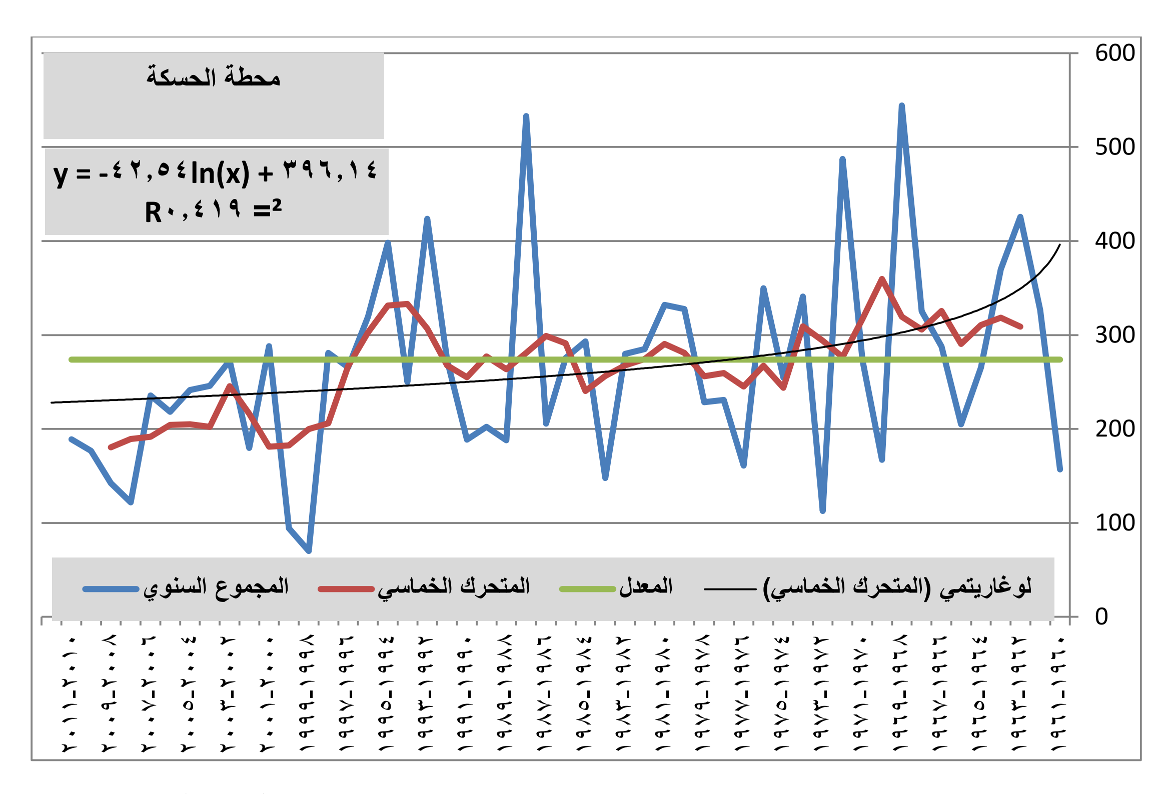
بالنسبة لنتائج الانحدار اللوغارتمي فإنها لم تختلف كثيراً عن نتائج الانحدار الأسي وإنما جاءت النتائج شبه متطابقة، حيث يوضح الجدول (٣-٧) والأشكال ([٣-٢٠]،[٣-٢١]،[٣-٢٢]،[٣-٢٣]،[٣-٢٤]،[٣-٢٥]) نتائج تطبيق معادلة الاتجاه العام اللوغارتمي.

جدول رقم (٣-٧) يبين الاتجاه العام اللوغارتمي للهطل خلال الفترة ١٩٦٠/١٩٦١- ٢٠١٠/٢٠١١

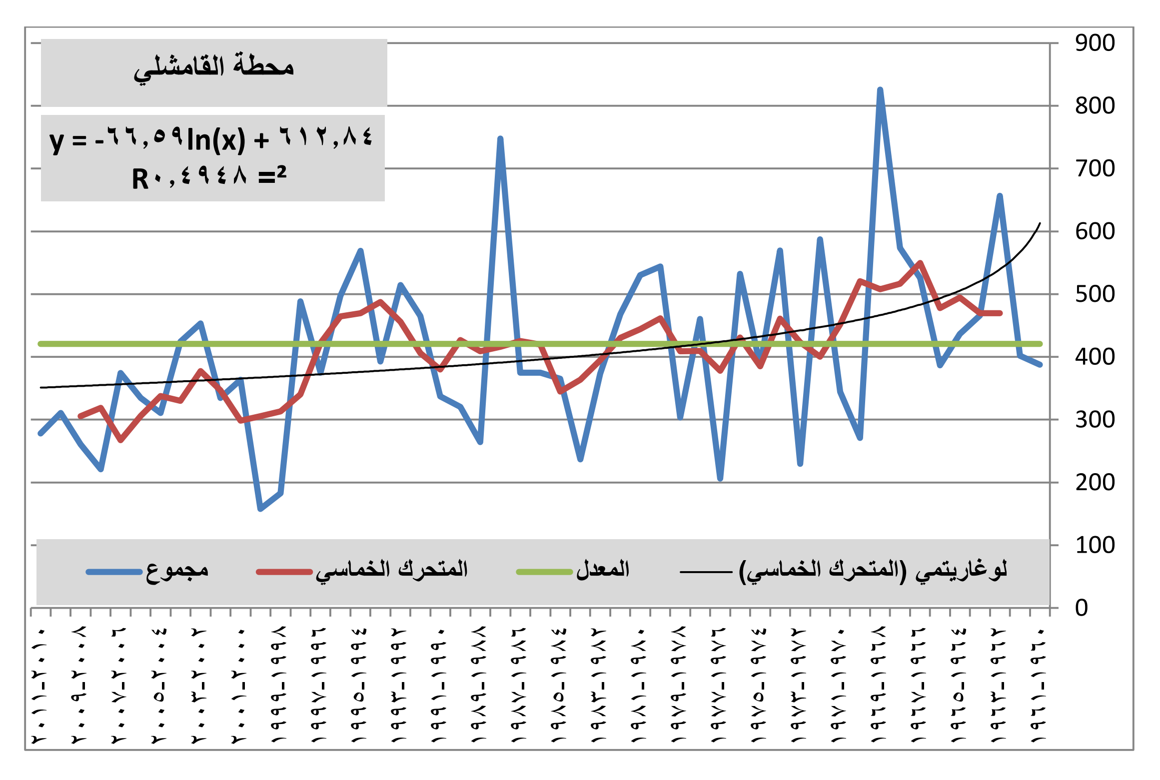
المحطة	لوغارتمي	معامل التفسير R^2
جرابلس	y = -0.62ln(x) + 262.8	$R^2 = 0.010$
الرقة	y = -34.7ln(x) + 298.6	$R^2 = 0.149$
البوكمال	y = -2.67ln(x) + 138.9	$R^2 = 0.006$
الحسكة	y = -42.5ln(x) + 396.1	$R^2 = 0.419$
القامشلي	y = -66.5ln(x) + 612.8	$R^2 = 0.494$
دير الزور	y = -14.6ln(x) + 193.1	$R^2 = 0.213$



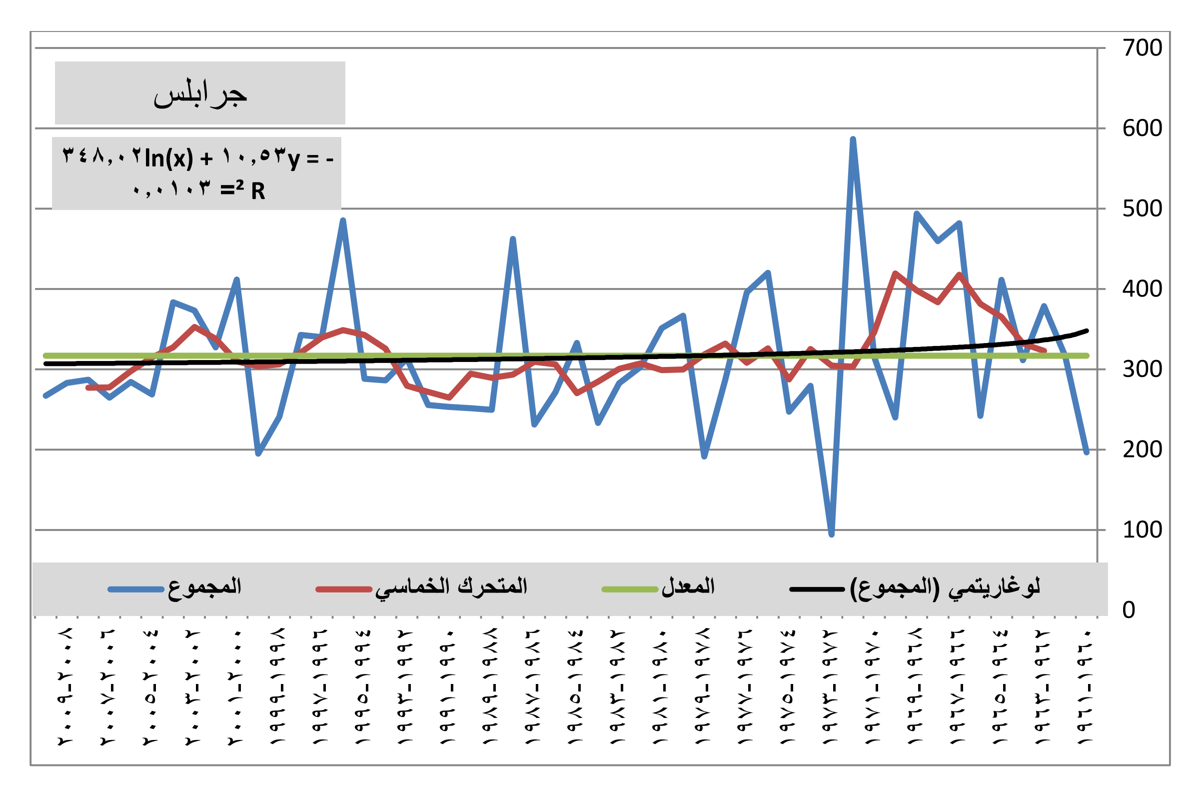
الشكل رقم (٣-٢٠) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة البوكمال



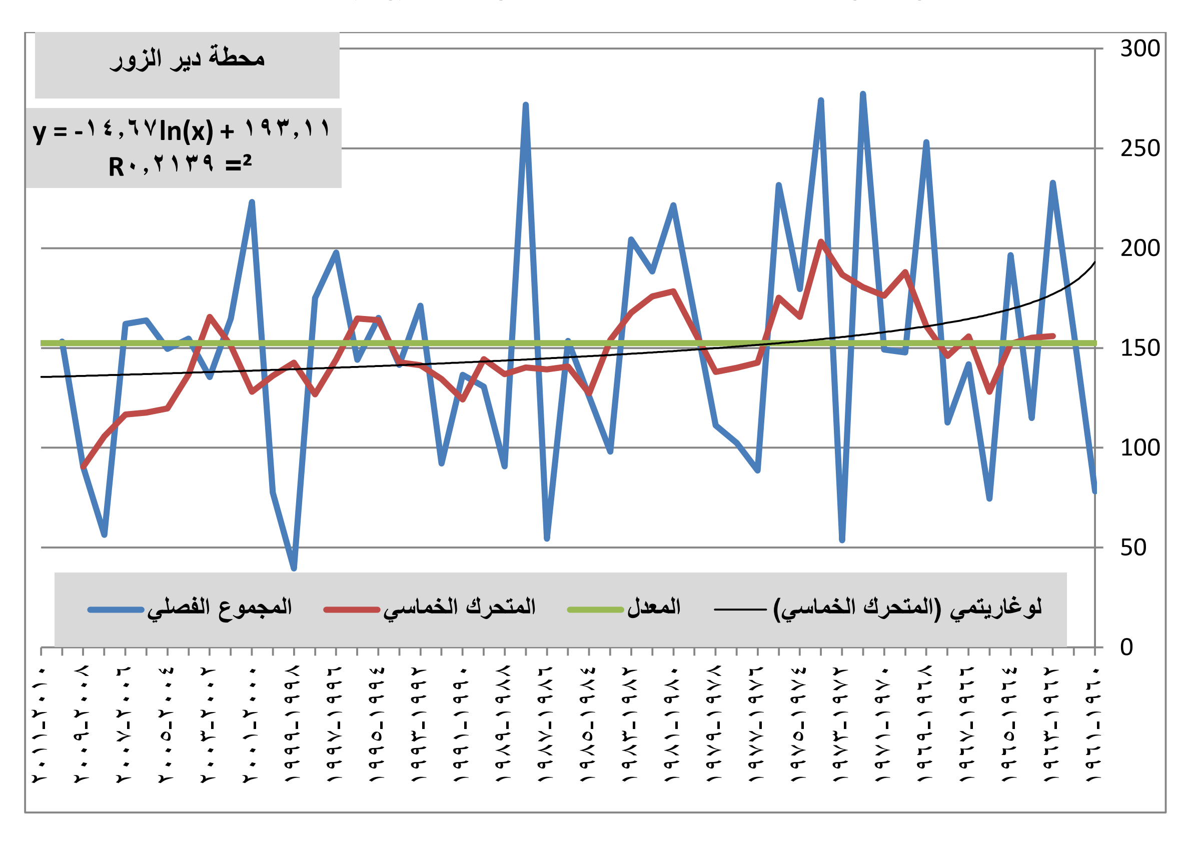
الشكل رقم (٢١-٣) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة الحسكة



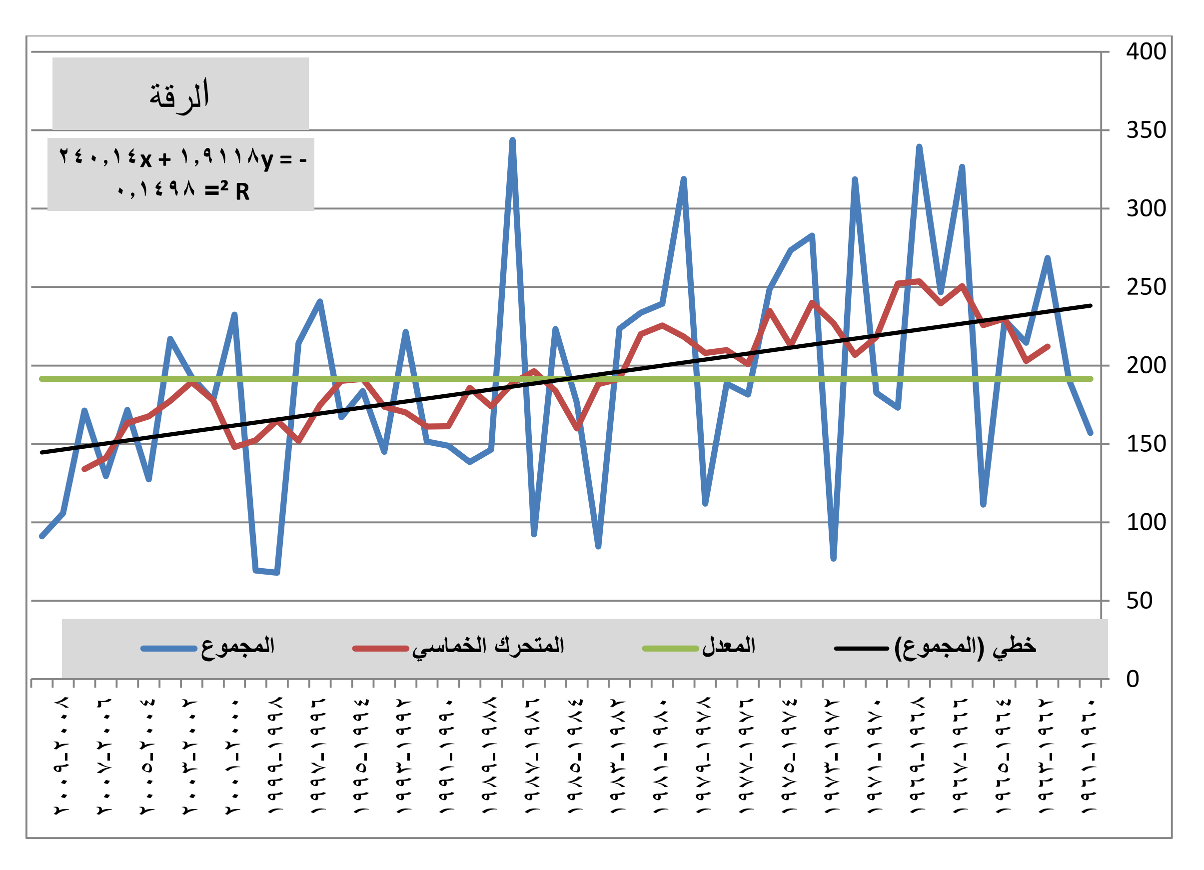
الشكل رقم (٢٢-٣) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة القامشلي



الشكل رقم (٣-٢٣) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة جرابلس



الشكل رقم (٣-٢٤) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة دير الزور



الشكل رقم (٣-٢٥) تذبذب كميات الهطل والاتجاه العام (اللوغارتمي) في محطة الرقة

٣-٣: المتوسطات المتحركة:

من دراسة الخط البياني للمجموع السنوي لكمية الأمطار يظهر لدينا العديد من السنوات الشاذة (قيم مرتفعة وقيم منخفضة) وهذا لا يوضح صورة خط السير لللظاهرة المناخية .

لذلك تم استخدام أسلوب المتوسطات المتحركة للحصول على خط ممهد للاتجاه العام لسير الظاهرة المناخية.

وبالتالي يمكن التعرف على فترات تزايد أو تناقص كميات الأمطار أو ما يعرف بالدورات المنتظمة لكل ٣ سنوات أو ٥ أو٧ أ و ١١ سنة . ومن خلال دراسة الأشكال ([٣-٢٠]،[٣-٢١]،[٣-٢٢]،[٣-٢٣]،[٣-٢٤]،[٣-٢٥]) والشكل رقم (٣-٢٦) يتضح الآتي:

١- كانت فترة (١٩٦٠-١٩٧٠) فترة رطبة (فوق المعدل) في محطات (الرقة ، جرابلس، القامشلي، الحسكة).

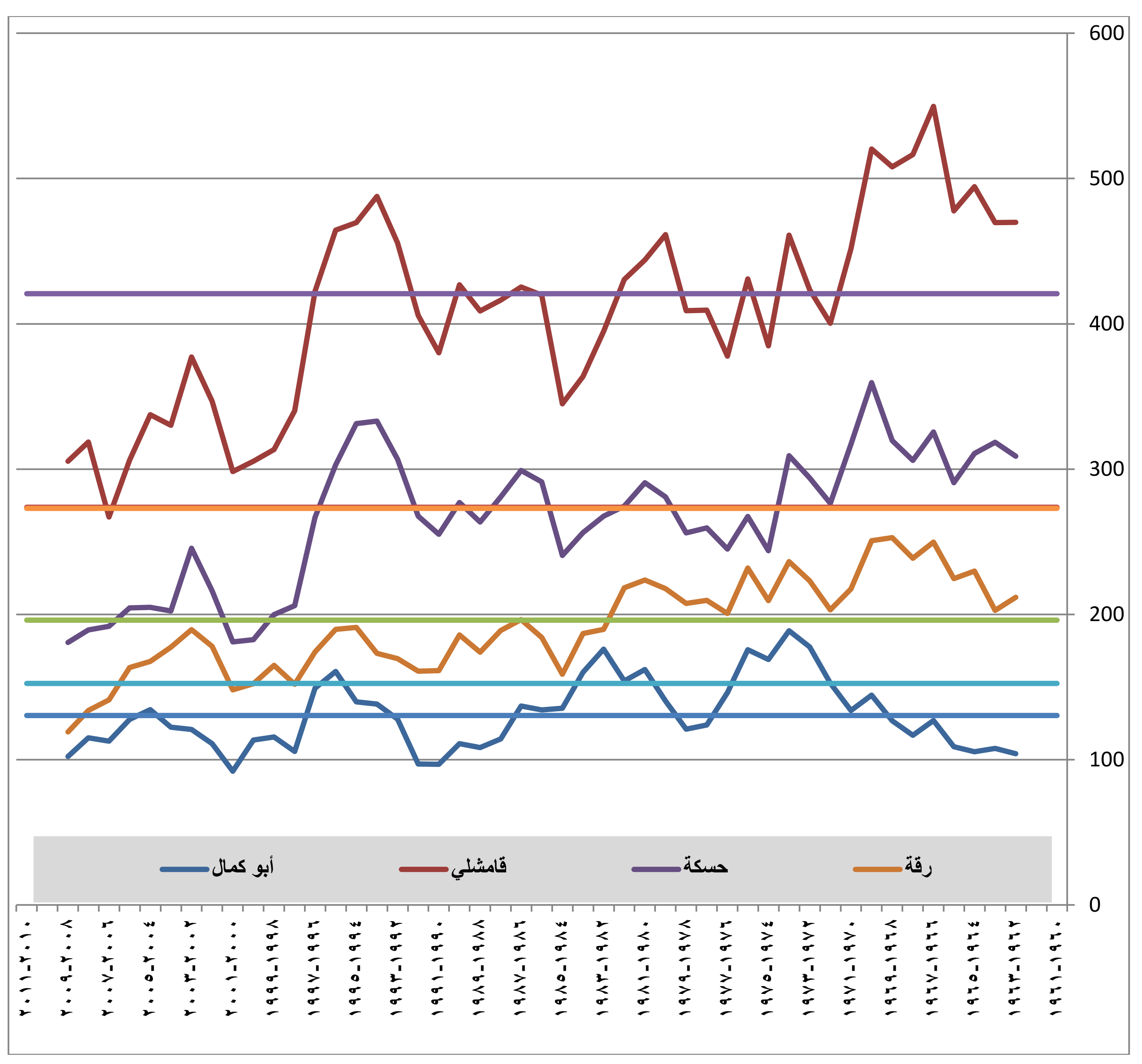
٢- أما محطتا (البوكمال ،ودير الزور) فكانتا حول المعدل في الفترة المذكورة نفسها.

٣- كانت فترة النصف الأول من السبعينيات حول المعدل في المحطات إلا محطة (دير الزور) التي كانت فوق المعدل.

٤- فترة النصف الأول من الثمانينيات كانت فوق المعدل في المحطات جميعها.

٥- فترة النصف الأول من التسعينيات كانت فوق المعدل في جميع المحطات باستثناء محطة(الرقة) مع العلم أن هذه الفترة في محطة الرقة كانت أعلى مطراً من السنوات التي تسبقها أو تليها، ولكنها دون المعدل .

٦- فترة النصف الثاني من التسعينيات وحتى الوقت الراهن كانت دون المعدل في المحطات جميعها ، مع وجود فترات أكثر أمطاراً ضمن هذه الفترة كفترة (٢٠٠٠-٢٠٠٥) لكنها تبقى دون المعدل .



الشكل رقم (٢٦-٣) المتوسطات المتحركة لكميات الهطل السنوية في بعض المحطات

٣-٤: احتمالات الهطل

يبين الجدول رقم (٩-٣) النسب المئوية للتكرارات ونسب احتمالية التجاوز وفترات الرجوع لأمطار المواسم (٢٠١١-٢٠١٠-١٩٨٣). ومن دراسة الجدول المذكور ومقارنة متوسطات الهطل للفترة المدروسة تبيَن الآتي:

١- تقع متوسطات الهطل في المحطات كلها في الحدود العليا للأمطار العادية، أي نحو (٦٠%) من الهطولات الفصلية تقع دون المعدل .

٢- بلغت كلاً من متوسطات الهطل واحتماليات الهطل للمعدلات خلال الفترة المدروسة الكميات الآتية :

جدول رقم (٨-٣) يبين متوسطات الهطل و احتمالات سقوط كمية تساوي المعدل

المحطة	متوسطات الهطل	احتمالات سقوط كمية تساوي المعدل
البوكمال	١٢٤،٥	%٦٥
القامشلي	٣٧٢،٣	%٥٢
الحسكة	٢٤٢،٨	%٤٨
جرابلس	٢٩٦,٨	%٦٥
دير الزور	١٤٠،٧	%٤٥
الرقة	١٦٥،٨	%٤٨

الجدول من حساب الطالبة إعتماداً على بيانات الهطل (مديرية الأرصاد الجوية)

ومن الجدول السابق نرى أن الدلالة تشير إلى تشتت كبير لكميات الهطل وعدم موثوقية المتوسط الحسابي، وبالتالي عدم الاعتماد عليه في التخطيط للعمليات الزراعية وعمليات إدارة موارد المياه السطحية.

٣- ترتفع قيم النسب المئوية لتكرار حدوث كميات الهطل بالاتجاه من الجنوب نحو الشمال.حيث تبلغ نسبة التكرار (٥٢%) الكميات الآتية:

البوكمال(١٦٠)،دير الزور(١٤٩)، الرقة (١٧١)الحسكة(٢٤٥)، جرابلس(٢٨٣,١)، القامشلي(373.4)

٤- يبتعد المتوسط عن الوسيط بشكل أكبر كلما قلت قيمة متوسط الأمطار، حيث بلغت قيمة الوسيط (١٦٠) في البوكمال ومتوسط الهطل (١٢٤،٥)مم ، بينما قلت قيمة الوسيط في دير الزور حيث بلغت (١٤٦) وبلغ متوسط الهطل (١٤٠) مم ، وفي الرقة بلغت قيمة الوسيط (١٦٨)، ومتوسط الهطل (١٦٥)مم، وفي القامشلي قيمة الوسيط (٣٧٠) ومتوسط الهطل (٣٧٢)مم.

٥- يزداد المدى (الفرق بين أعلى القيم وأدناها) بازدياد متوسط كمية الأمطار. حيث يبلغ المدى في القامشلي (٥٩٠) ، وفي الحسكة (٤٦٣) ، وفي الرقة (٢٧٥) ، وفي جرابلس (٢٦٧) ، وفي البوكمال (٢٣٣).

٦- يزداد طول فترات الرجوع بازدياد كميات متوسطات الهطل والتي تزيد بازديادها نسبة احتمالية عدم التجاوز (الاحتمال).

جدول رقم (٩-٣) احتمالات كميات الهطل واحتمال التجاوز وفترات الرجوع في محطات مختارة من إقليم الجزيرة والفرات

الوصف	الرتبة	البوكمال	القامشلي	الحسكة	جرابلس	دير الزور	الرقة	الاحتمال%	احتمالية التجاوز	فترة الرجوع (بالسنين)
أمطار أقل من عادية	1	27.7	157.7	70	195	39.5	67.9	3	0.97	1.03
	2	43.4	182.5	94.3	215.9	54.5	69.4	6	0.94	1.07
	3	47.8	221.2	121.7	225.9	56.3	84.7	10	0.9	1.11
	4	71.1	237	142.3	230.8	77.5	91.1	13	0.87	1.15
	5	75.8	260.8	147.8	231.3	90.3	92.4	16	0.84	1.19
	6	80.8	264.2	176.7	233.3	90.7	97.7	19	0.81	1.24
	7	84.2	278	179.9	249.6	92.2	105.8	23	0.77	1.29
	8	84.9	310.4	187.8	251.4	98.1	127.4	26	0.74	1.35
	9	87.8	310.6	188.5	253.3	111.8	129.5	29	0.71	1.41
	10	90.8	320.3	189.1	255.5	125.7	138.5	32	0.68	1.48
	11	92	334.5	202.3	267	130.6	144.9	35	0.65	1.55
	12	94.3	334.8	205.7	268	135.4	146.4	39	0.61	1.63
أمطار عادية	13	102.2	337	218.3	271.6	136.6	148.8	42	0.58	1.72
	14	103	363.6	235.5	273.9	141.6	151.5	45	0.55	1.82
	15	105.6	365	241.3	282.7	144.1	166.9	48	0.52	1.94
	16	106	373.4	245.8	283.1	149.6	171.3	52	0.48	2.07
	17	120.5	374.4	250	286.3	153.2	171.7	55	0.45	2.21
	18	121.4	374.6	265.6	288.4	153.5	176.1	58	0.42	2.38
أمطار فوق عادية	19	122.8	374.6	272.8	301	154.6	177.9	61	0.39	2.58
	20	124	374.8	273.6	312.9	162	181.6	65	0.35	2.82
	21	126.9	392.8	275.6	319.8	163.8	192.6	68	0.32	3.1
	22	151.6	424.1	279.9	327	164.8	213.9	71	0.29	3.44
	23	176.8	453.2	281	331.4	165.1	217	74	0.26	3.88
	24	184.5	464.8	285	332.7	171.2	217.7	77	0.23	4.43
	25	195.1	468.3	288	340.1	175.1	221.2	81	0.19	5.17
	26	200.8	488.6	293.3	373.1	188.4	223.2	84	0.16	6.2
	27	204.8	497	319.3	381.9	197.8	232.5	87	0.13	7.75
	28	218.3	514.3	398.2	411.8	204.4	232.6	90	0.1	10.3
	29	228.3	569.2	423.8	447.8	223.2	240.8	94	0.06	15.5
	30	260.8	748.1	533.1	462.3	271.9	343.7	97	0.03	31

الجدول من حساب الطالبة اعتماداً على بيانات الهطل (مديرية الأرصاد الجوية)

يتوضح من العرض السابق خطورة الاعتماد على المتوسطات في عمليات التخطيط الزراعي نظراً لأن شروط التوزيع الطبيعي لا تنطبق على توزيع الهطل ، فالمتوسط يتأثر بالقيم القصوى والصغرى على جانبي التوزيع ولا يمثل حقيقة التساقط في المناطق شبه الجافة والجافة كإقليم الدراسة حيث يتميز بمواسم غزيرة ، الأمر الذي يزيد من قيمة المتوسط.

ومن المعروف أن إقليم الدراسة لا يتحمل تغيرات كبيرة في كميات الهطل وخاصة نحو القلة وهذا الأمر يُزيد من خطورة الاعتماد على المتوسط في العمليات الزراعية ،لذلك فمن المهم دراسة احتمالات الأمطار، والتركيز على خصائص المناخ السائد والتربة وموارد المياه للتخطيط الزراعي السليم حيث إن دراسة تكرار الأمطار لفترة طويلة تمكن من تقدير احتمالات حدوثها بافتراض أن الذي حدث بالماضي سيحدث بالمستقبل(الموسى، حليمة،٢٠١٠،) ولهذه الغاية تمت دراسة احتمالات الأمطار على شكل فئات وفق الطريقة التي تعرف بتكرار العشريات والتي اقترحها (جيبيس وماهر١٩٦٧)

٣-٥: **تكرار العشريات**

قسم جيبس١٩٦٧ تكرار الأمطار إلى عشرة أقسام متساوية تدعى بالعشريات، وأعطى لكل عشرية وصفاً واصطلاحاً حسب موقعها من المتوسط(الوسيط في هذه الحالة) وتعد طريقة جيبس من أفضل الدراسات التي تتلاءم مع الظروف المناخية للمناطق الجافة وشبه الجافة.، وللحصول على العشريات ترتب البيانات الفصلية ترتيباً متزايداً (تصاعدياً) ، ويحسب التكرار المتراكم ويقسم إلى عشرة أقسام متساوية كل منها يساوي (١٠%) ويدعى بالعشرية.

وتعطى للعشريات أرقاماً متسلسلة تبدأ من القيم الدنيا للتكرار ، ويشار للعشرية بحدها الأعلى ، وبذلك يتم الحصول على عشر عشريات يعطى لكل منها وصفاً واصطلاحاً حسب موقعها من المتوسط ، فحدود العشرية الخامسة مثلاً تقع بين (٤٠- ٥٠%) والعشرية السابعة بين (٦٠-٧٠%) وهكذا كما في الجدول (١٠-٣).

جدول رقم (١٠-٣) تصنيف العشريات وأوصافها حسب جيبس وماهر ١٩٦٧

حدود العشريات %	رقم العشرية	وصف العشرية
١-١٠	الأولى	شحيحة
١٠-٢٠	الثانية	أقل من المعدل بكثير
٢٠-٣٠	الثالثة	أقل من المعدل
٣٠-٤٠	الرابعة	أقل من المعدل بقليل
٤٠-٥٠	الخامسة	حول المعدل
٥٠-٦٠	السادسة	حول المعدل
٦٠-٧٠	السابعة	أعلى من المعدل بقليل
٧٠-٨٠	الثامنة	أعلى من المعدل
٨٠-٩٠	التاسعة	أعلى من المعدل بكثير
٩٠-١٠٠	العاشرة	أعلى من المعدل بكثير جداً

Gibbs and Maher. 1967.

جدول رقم (١١-٣) تصنيف العشريات لكميات الهطل
خلال المواسم (١٩٨١/٢٠١٠-١٩٨٢/٢٠١١)

حدود العشريات %	رقم العشرية	وصف العشرية	البوكمال	القامشلي	الحسكة	جرابلس	دير الزور	الرقة
١-١٠	الأولى	شحيحة	47.8	221.2	121.7	226	56.3	84.7
١٠-٢٠	الثانية	أقل من المعدل بكثير	80.8	264.2	176.7	233	90.7	97.7
٢٠-٣٠	الثالثة	أقل من المعدل	87.8	310.6	188.5	253	111.8	129.5
٣٠-٤٠	الرابعة	أقل من المعدل بقليل	94.3	334.8	205.7	268	135.4	146.4
٤٠-٥٠	الخامسة	حول المعدل	105.6	365	241.3	283	144.1	166.9
٥٠-٦٠	السادسة	حول المعدل	122.8	374.6	272.8	290	154.6	177.9
٦٠-٧٠	السابعة	أعلى من المعدل بقليل	151.6	424.1	279.9	320	164.8	213.9
٧٠-٨٠	الثامنة	أعلى من المعدل	195.1	468.3	288	340	175.1	221.2
٨٠-٩٠	التاسعة	أعلى من المعدل بكثير	218.3	514.3	398.2	411	204.4	232.6
٩٠-١٠٠	العاشرة	أعلى من المعدل بكثير جداً	260.8	748.1	533.1	462	271.9	343.7
		أعلى كمية سجلت (العشرية العاشرة)	260.8	748.1	533.1	462	271.9	343.7
		أقل كمية سجلت	27.7	157.7	70	195	39.5	67.9

الجدول من حساب الطالبة اعتماداً على بيانات مديرية الأرصاد الجوية

يبين الجدول رقم (١١-٣) تصنيف العشريات لكميات الهطل في إقليم الجزيرة والفرات، وتمكن من خلاله معرفة حدود العشريات التي تساهم في عمليات التخطيط الزراعي للزراعات البعلية و للمحاصيل التي تروى رياً تكميلياً في حالة شح الأمطار (السنوات الجافة).

ومن دراسة الجدول المذكور ومقارنة احتمالات العشريات المختلفة مع متوسطات كمية الهطل في المحطات المدروسة يمكننا تسجيل الملاحظات الآتية :

١- متوسط كمية الهطل في البوكمال (١٢٤،٥) ويقع ضمن الحدود الدنيا للعشرية السابعة (٦٠-٧٠%) و توصف بأنها أعلى من المعدل بقليل.

٢- متوسط الهطل في محطة القامشلي (٣٧٢) ويقع ضمن الحدود العليا للعشرية السادسة (٦٠-٧٠%) و توصف بأنها أعلى من المعدل بقليل.

٣- متوسط الهطل في محطة الحسكة (٢٤٢،٨) ويقع ضمن الحدود الدنيا للعشرية السابعة (٦٠-٧٠%) و توصف بأنها أعلى من المعدل بقليل.

٤- متوسط الهطل في محطة جرابلس (٢٩٦,٨) وهي تقع ضمن العشرية السابعة (٦٠-٧٠%) و توصف بأنها أعلى من المعدل بقليل.

٥- متوسط الهطل في محطة دير الزور (١٤٠،٧) وهي تقع ضمن العشرية الخامسة (٤٠-٥٠%) وهي توصف بأنها حول المعدل .

٦- متوسط الهطل في محطة الرقة (١٦٥) وهي تقع ضمن العشرية الخامسة (%٥٠-٤٠) وهي توصف بأنها حول المعدل .

ومن العرض السابق يمكن تطبيق هذه الطريقة بصورة تفصيلية في حال الحصول على بيانات يومية ، الأمر الذي يفيد في التخطيط للري ومجابهة الجفاف، والتخطيط لتأمين الكميات اللازمة للري التكميلي في المواسم القليلة المطر.

وهنا تجدر الإشارة إلى أن التذبذب في سقوط كميات الهطل يؤثر تأثيراً كبيراً في عدم انتظام الزراعة في إقليم الجزيرة والفرات خاصة محاصيل القمح والشعير والذرة ، ولهذا السبب قد تترك الأراضي من دون زراعة في بعض السنوات، لذلك من المهم تحديد احتمالية سقوط كميات حقيقية وزراعة المحاصيل المناسبة لحدود هذه الكميات، مع ملاحظة أن تحديد أماكن زراعة محاصيل معينة (الزراعة البعلية) يجب أن يتم بناء على القيمة الفعلية للهطل وليس بناءً على كميتها، حيث إن كمية الهطل وتوزيعها، وطول فصل الهطل، وكمية المتبخر منها ، كل هذه تعد عوامل أساسية في زراعة المحاصيل واستمراريتها في أي مكان.

وقد عدَ (هار جريفس،١٩٩٨) أن الأمطار الفعالة هي الأمطار التي لها احتمالية معروفة الحدوث والمبنية على التحليل الطويل الأمد لكميات الهطل المسجلة وفيما يتعلق بالزراعات البعلية فإن احتمالية سقوط الأمطار بنسبة (%٧٥) هي النسبة المعتمدة ، بمعنى أن كمية الأمطار التي يتوقع أن تسقط خلال (ثلاث من كل أربع سنوات) هي النسبة المعتمدة لمعظم الحالات، وفي حالة المحاصيل شديدة الحساسية للجفاف فإن قيمة احتمالية السقوط المذكورة يجب أن تكون أعلى من (%٧٥).

وبالعودة إلى الجدول رقم (٩-٣) الذي يبين احتمالات كميات الهطل من الإقليم تبين أن كمية الهطل السنوية التي يحتمل سقوطها بنسبة (٧٥%) في جميع المناطق تتراوح بين (١٦٥-٤٥٠) ملم، وهي في المنطقة الجنوبية من الإقليم بين (١٥٠-٢٢٠)ملم حيث بلغت في البوكمال (١٧٧) ملم، وفي دير الزور (١٦٥) ملم، وفي الرقة (٢١٧) ملم، وهي كميات كبيرة مقارنة مع المعدل، وتراوحت في المنطقة الشمالية من (٤٥٠-٣٠٠) ملم، حيث جرابلس (٣٣١,٤) ملم والقامشلي (٤٥٣) ملم والحسكة (٢٨١) ملم وهي بشكل عام أكبر من المعدل بكثير، وتدل العلاقة بين متوسط كمية الهطل وكمية الهطل المحتمل بنسب مختلفة على علاقة طردية بين هذين المتغيرين.

الفصل الرابع

القيمة الفعلية للهطل وتكرار نوبات الجفاف في الإقليم

٤-١ القيمة الفعلية للهطل

٤-١-١ معادلة ديمارتون

٤-١-٢ معادلة أمبرجيه

٤-١-٣ معادلة إيفانوف

٤-٢ شدة الجفاف

٤-١: **القيمة الفعلية للهطل** :

تهتم الأبحاث الحديثة في الجغرافية المناخية بدراسة فاعلية الهطل أكثر من اهتمامها بدراسة الكميات الهاطلة وذلك لأن نسبة كبيرة من هذه الأمطار قد تضيع من دون الاستفادة منها، فجزء ينصرف عبر المسيلات والمجاري المائية إلى الأماكن المنخفضة أو البحار إذا لم يتم الاهتمام بها، وجزء آخر يضيع بعامل التبخر النتح (الصول ،٢٠٠٧،ص١٢٧).

لذلك تم حساب القيمة الفعلية للهطل على أنها تتضمن العلاقة المتبادلة بين كل من الهطل والحرارة. وقد تم استخدام معامل ديمارتون وأمبرجيه كمعادلات ، كما تم حساب معادلة إيفانوف لبيان القيمة الفعلية للهطل، وبالتالي معرفة سنوات الرطوبة والجفاف كونها توضح العلاقة المتبادلة بين الهطل والتبخر النتح الذي يعد من أهم العوامل المؤثرة في فاعلية الهطل خاصة في بيئة تتوافر فيها مقومات التبخر بشكل كبير كإقليم الدراسة بسبب ارتفاع درجات الحرارة .

٤-١-١: **معامل ديمارتون** :

تم حساب القيم السنوية (سنة هيدرولوجية) لمعامل ديمارتون كما يوضح ذلك الجدول رقم (٤-١) خلال الفترة الزمنية (٢٠١١-١٩٦٠) ومن متوسط قيمة معامل السنوات المذكورة تم تصنيف مناخات محطات الإقليم إلى مناطق جافة وشبه جافة وشبه رطبة، حيث كانت محطة البوكمال جافة، ومحطة الرقة ودير الزور شبه جافة، ومحطات الحسكة والقامشلي وجرابلس شبه رطبة.

ومن دراسة الجدول رقم (١-٤) والأشكال من (١-٤) إلى (٧-٤) التي تبين قيمة معامل ديمارتون السنوية واتجاهها العام خلال الفترة (١٩٦٠ – ٢٠١١) يمكن تسجيل النتائج الآتية :

- تذبذب قيم المؤشر من سنة إلى أخرى (سلباً وإيجاباً) ، وتتشابه المحطات كلها في هذه الذبذبة حول معدلاتها، فالسنوات ذات القيمة الأكثر من المعدل هي نفسها في المحطات جميعها وكذلك السنوات ذات القيمة الأقل من المعدل، فقد كانت السنوات (٦٨ -٦٩)، (٨٧-٨٨)،(٩٤-٩٥) فوق المعدل بكثير في المحطات كلها وسنوات (٧٢-٧٣) ،(٨٣-

٨٤) ،(٨٦-٨٧)، (٩٨-٩٩) (٩٩-٢٠٠٠) (٢٠٠٨-٢٠٠٩) كانت دون المعدل بكثير في المحطات كافة.

- تغير تصنيف المحطات في الإقليم عن المناخ العام للمحطة خلال الفترة المدروسة في بعض السنوات ولكن بقي هذا التغير ضمن الاتجاه العام المتناقص، ففي محطة البوكمال ذات المناخ الجاف هناك سنوات وضعت المنطقة فيها ضمن المناخ شبه الجاف كسنوات (٧١-٧٢)،(٧٤-٧٥) ،(٧٥-٧٦)،(٨٠-٨١)،(٨١-٨٢)،(٨٢-٨٣)،(٨٤-٨٥)،(٩٧-٩٨).
- هناك سنوات يمكن وصفها بالسنوات القاحلة لشدة جفافها حيث تدنت قيم المؤشر إلى أقل من (٣) كما في سنوات (٦٠-٦١)،(٦٣-٦٤) (٧٢-٧٣)،(٨٣-٨٤)،(٨٦-٨٧)،(٨٨-٨٩)،(٩٠-٩١)،(٩٣-٩٤) وقد تدنت القيمة إلى أقل من (١) في عام (٩٨-٩٩) حيث كانت السنة الأشد جفافاً خلال الفترة المدروسة. وتكاد تكون السنوات آنفة الذكر (الرطبة ، والجافة) متشابهة من حيث الزيادة أو النقصان عن المعدل وفي المحطات كافة . فالسنتان (٦٨-٦٩) (٨٧-٨٨) كانتا الأكثر رطوبة في كافة المحطات أما سنوات (٧٢-٧٣)(٨٣-٨٤) (٩٨-٩٩) فكانت الأقل قيمة لمعامل ديمارتون (الأكثر جفافاً) في كافة المحطات خلال الفترة المدروسة.

وتشير مصفوفة الارتباط جدول رقم (٢-٤) بين المحطات إلى أنّ هناك ارتباطاً ايجابياً قوياً بين مختلف أرجاء الإقليم، فالسنة الجافة غالباً ما تكون عامةً في جميع المحطات وكذلك السنوات الرطبة. ويظهر معامل الارتباط ضعيفاً فقط بين محطتي البوكمال وجرابلس بسبب اختلافهما بالنموذج المناخي.

وتشير النتائج المبينة في الجدول رقم /٤-١ / الذي يوضح قيمة معامل ديمارتون أثناء الفترة /١٩٦٠- ٢٠١١/ في بعض المحطات المختارة في الإقليم والأشكال رقم (٤-١ حتى ٤-٦) تشير إلى أن قيم قرينة الجفاف لديمارتون تتجه نحو التناقص في المحطات جميعها وذلك منذ منتصف الثمانينات من القرن الماضي حتى الوقت الراهن، وتشير قيم معامل التفسير (R^2) إلى أن الأهمية الإحصائية قليلة لهذا الاتجاه ، وذلك لأن الفترة الأولى من الرصد /١٩٦٠-١٩٨٥/ كانت أكثر رطوبة من النصف الثاني من الفترة /١٩٨٥-٢٠١١/ .

ولهذا السبب وعند تقسيم السلسلة الزمنية ومعالجة بيانات العقد الأخير فقط (٢٠٠٠-٢٠١١) وفق معامل ديمارتون تبين الاتجاه العام المتناقص لمعامل ديمارتون، وكانت قيم معامل التفسير ذات دلالة إحصائية وهذا دليل على أن هناك اتجاهاً عاماً نحو الجفاف في إقليم الدراسة أثناء الفترة المذكورة كما في الشكل (٧-٤) الذي يبين الاتجاه العام لمعامل الجفاف (ديمارتون) خلال الفترة (٢٠١١-٢٠٠٠) في محطة الرقة. ويعود ذلك إلى الاتجاه العام المتناقص لكميات الهطل (بالدرجة الأولى) وارتفاع معدلات الحرارة في الدرجة الثانية على اعتبار أن قرينة ديمارتون أساسها: كمية الهطل مقسمة على معدلات الحرارة .وبالتالي تعد كمية الهطل هي الأساس في تذبذب قيمة القرينة وتغيرها ، كون زيادة معدلات درجة الحرارة بحدود (٨%) م خلال الفترة المدروسة لن تكون كبيرة الأثر على قيمة المعادلة المذكورة.

جدول رقم (٤-١)

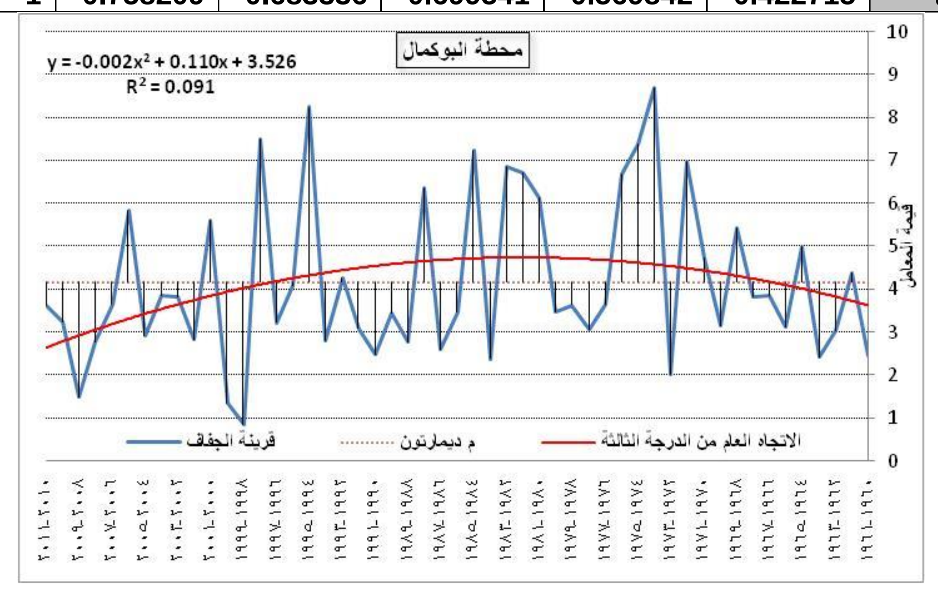
قيمة معامل ديمارتون الفصلية (سنة هيدرولوجية) خلال فترة (١٩٦٠ – ٢٠١١) في بعض المحطات المختارة

السنة	البوكمال	دير الزور	الحسكة	القامشلي	الرقة	جرابلس
1960-1961	2.46	2.53	5.45	12.79	5.35	6.88
1961-1962	4.39	5.18	11.47	14.02	6.66	11.41
1962-1963	3.04	7.42	14.48	21.81	8.97	13.14
1963-1964	2.42	3.77	12.98	16.27	7.39	11.29
1964-1965	5.00	6.64	9.59	15.58	8.19	15.33
1965-1966	3.14	2.48	7.32	13.76	3.91	8.86
1966-1967	3.85	4.64	9.73	17.73	10.91	16.67
1967-1968	3.83	3.93	11.88	21.04	8.73	17.27
1968-1969	5.43	8.56	19.43	29.34	11.82	18.01
1969-1970	3.14	4.97	5.93	9.51	6.05	8.69
1970-1971	4.73	4.93	9.42	11.76	6.23	11.29
1971-1972	6.98	9.41	17.46	20.61	11.14	21.57
1972-1973	2.03	1.88	4.20	8.30	2.80	3.58
1973-1974	8.69	9.28	12.19	19.84	9.51	10.32
1974-1975	7.39	6.08	9.07	13.52	9.66	9.02
1975-1976	6.67	7.79	12.50	18.76	8.84	15.48
1976-1977	3.66	3.03	5.81	7.39	6.52	14.78
1977-1978	3.06	3.40	8.07	15.74	6.58	10.56
1978-1979	3.64	3.68	8.01	10.48	3.85	6.96
1979-1980	3.47	5.41	11.34	18.45	10.82	13.06
1980-1981	6.12	7.46	11.94	18.66	8.40	12.95
1981-1982	6.70	6.29	10.11	16.23	8.04	10.92
1982-1983	6.85	7.07	10.31	13.32	7.88	10.65
1983-1984	2.38	3.34	5.38	8.31	3.04	8.74
1984-1985	7.24	4.24	10.40	12.44	6.21	12.30
1985-1986	3.48	5.12	9.80	12.84	7.80	9.96
1986-1987	2.61	1.79	7.16	12.69	3.20	8.31
1987-1988	6.37	9.06	18.91	25.67	12.08	16.97
1988-1989	2.78	3.07	6.78	9.12	5.20	9.28
1989-1990	3.44	4.30	7.09	10.68	4.82	9.08
1990-1991	2.48	4.53	6.63	11.48	5.22	9.17
1991-1992	3.08	3.06	9.57	16.09	5.30	9.21

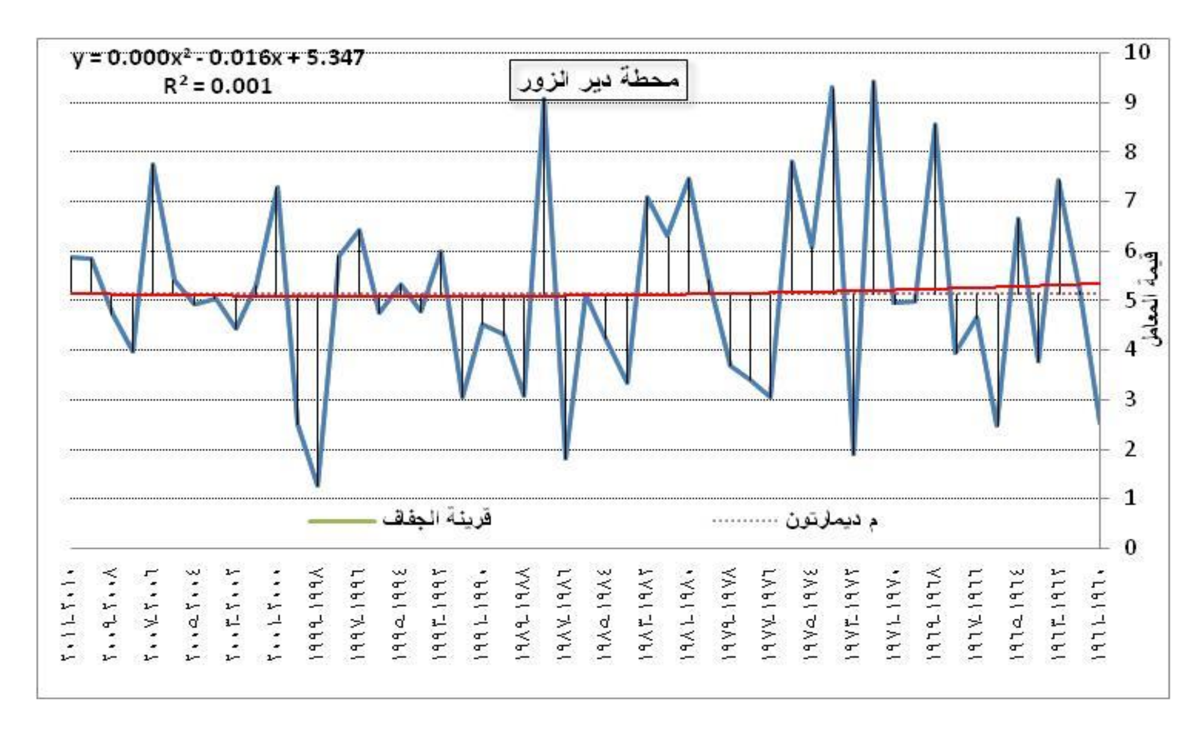
السنة	البوكمال	دير الزور	الحسكة	القامشلي	الرقة	جرابلس
1992-1993	4.26	5.99	15.91	18.87	8.17	12.08
1993-1994	2.80	4.77	9.07	13.80	5.16	10.61
1994-1995	8.24	5.32	13.67	19.25	6.14	10.17
1995-1996	4.08	4.74	11.20	17.15	5.81	17.48
1996-1997	3.23	6.42	9.16	12.86	8.26	12.13
1997-1998	7.48	5.89	10.08	17.22	7.58	12.61
1998-1999	0.86	1.26	2.37	6.05	2.29	8.41
1999-2000	1.36	2.49	3.17	5.21	2.35	6.77
2000-2001	5.60	7.29	9.87	12.30	8.00	14.60
2001-2002	2.83	5.30	6.09	11.30	6.00	11.43
2002-2003	3.83	4.41	9.42	15.40	6.62	13.21
2003-2004	3.86	5.04	8.47	14.40	7.44	13.61
2004-2005	2.92	4.91	8.32	10.54	4.39	9.59
2005-2006	5.84	5.40	7.56	11.18	5.94	10.31
2006-2007	3.65	7.75	7.65	7.45	4.45	9.39
2007-2008	2.77	3.97	7.52	7.52	5.80	10.33
2008-2009	1.50	4.73	9.58	8.88	3.61	10.14
2009-2010	3.24	5.83	9.28	10.76	3.03	8.95
2010-2011	3.61	5.88	8.42	9.06	3.09	8.38

جدول رقم (٤-٢) مصفوفة الارتباط لقيمة ديمارتون بين المحطات

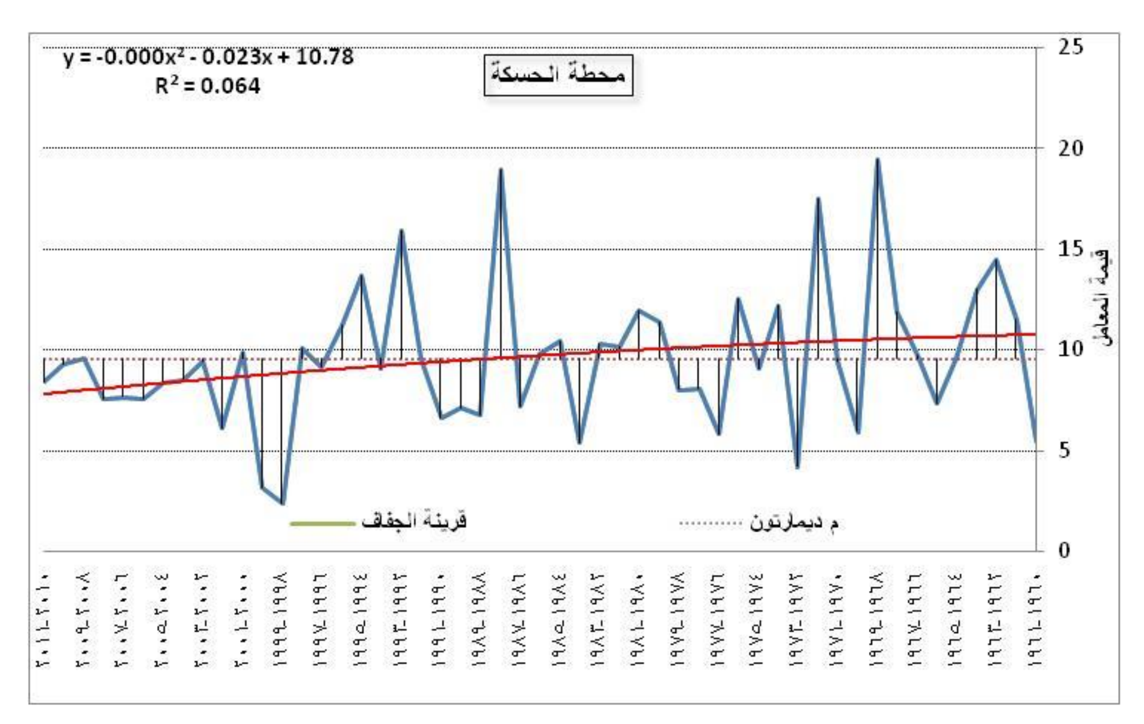
المحطة	البوكمال	دير الزور	الحسكة	القامشلي	الرقة	جرابلس
البوكمال	1					
دير الزور	0.680906	1				
الحسكة	0.573571	0.730672	1			
القامشلي	0.538461	0.593114	0.886517	1		
الرقة	0.602021	0.69899	0.76353	0.807524	1	
جرابلس	0.422715	0.569842	0.699541	0.683336	0.758209	1



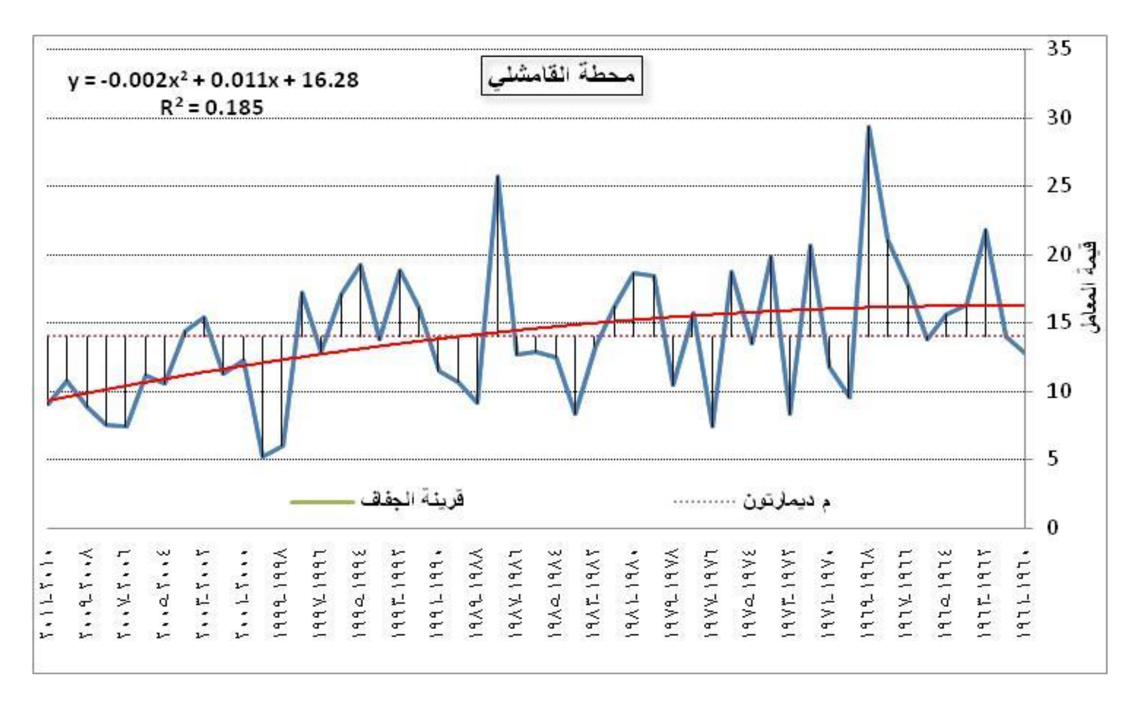
الشكل رقم (٤-١) يبين قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ - ٢٠١١) في محطة البوكمال



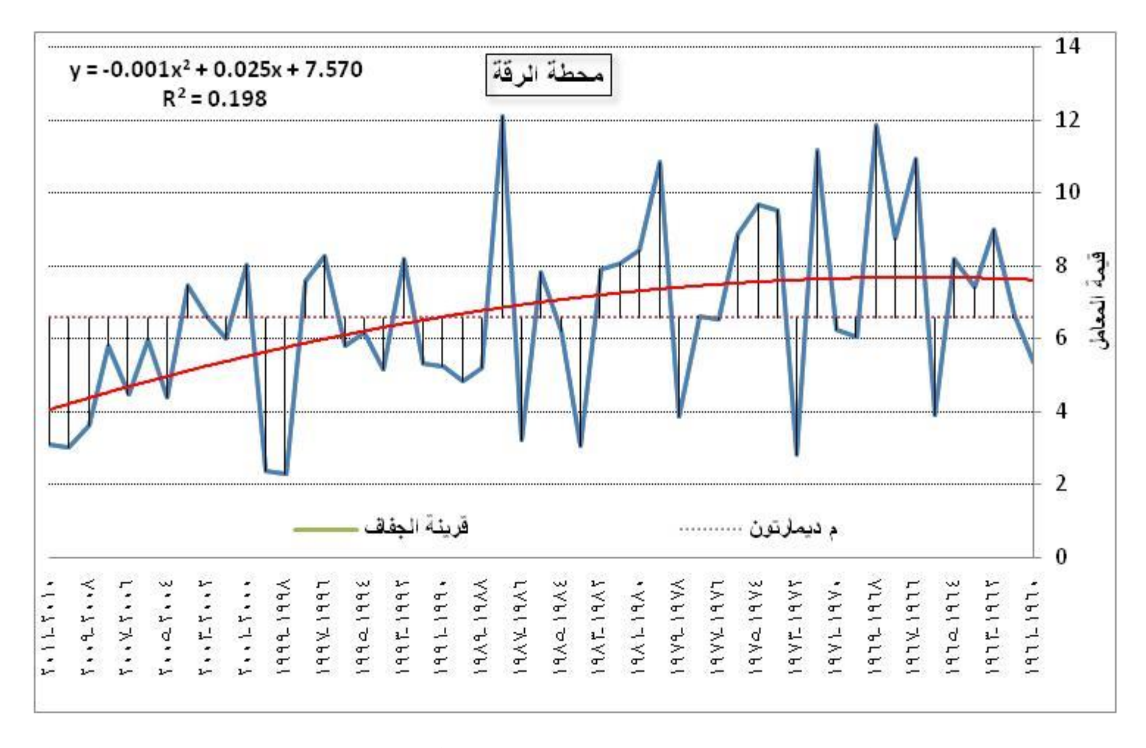
الشكل رقم (٤-٢) يبين قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ -٢٠١١) في محطة دير الزور



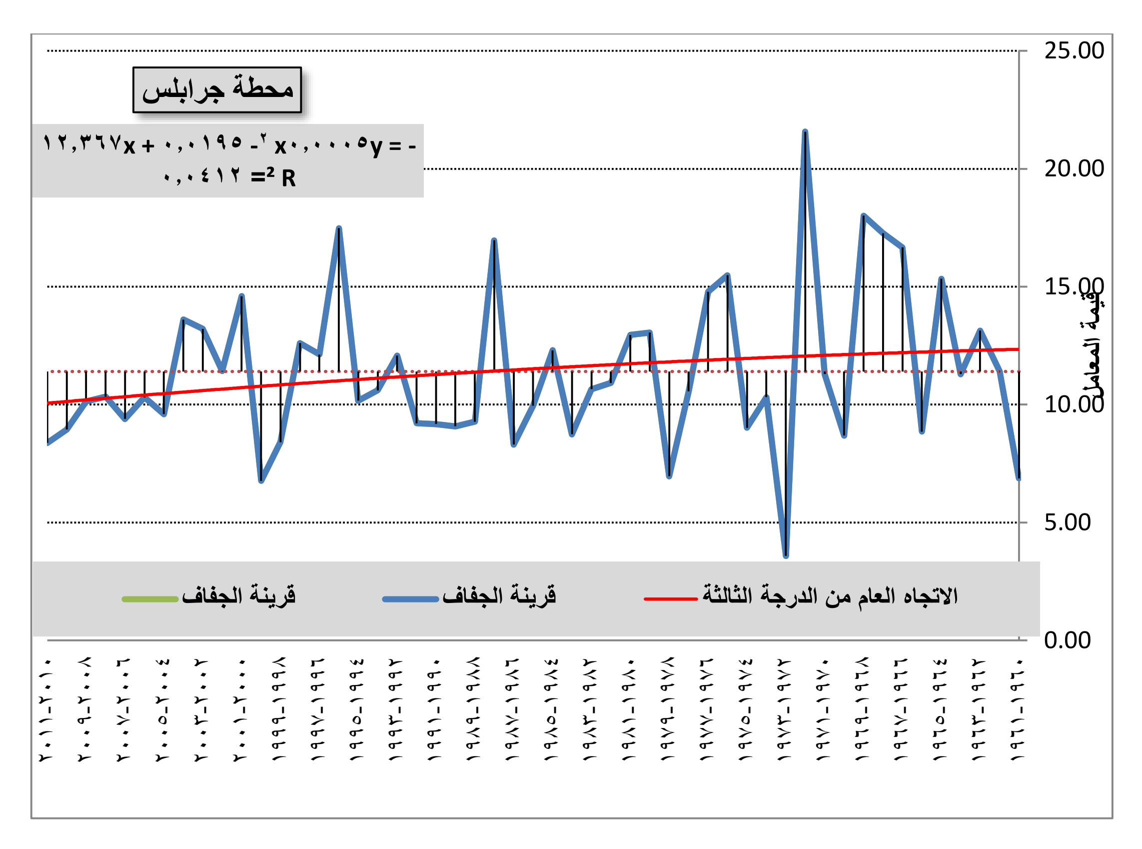
الشكل رقم (٤-٣) يبين قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ -٢٠١١) في محطة الحسكة



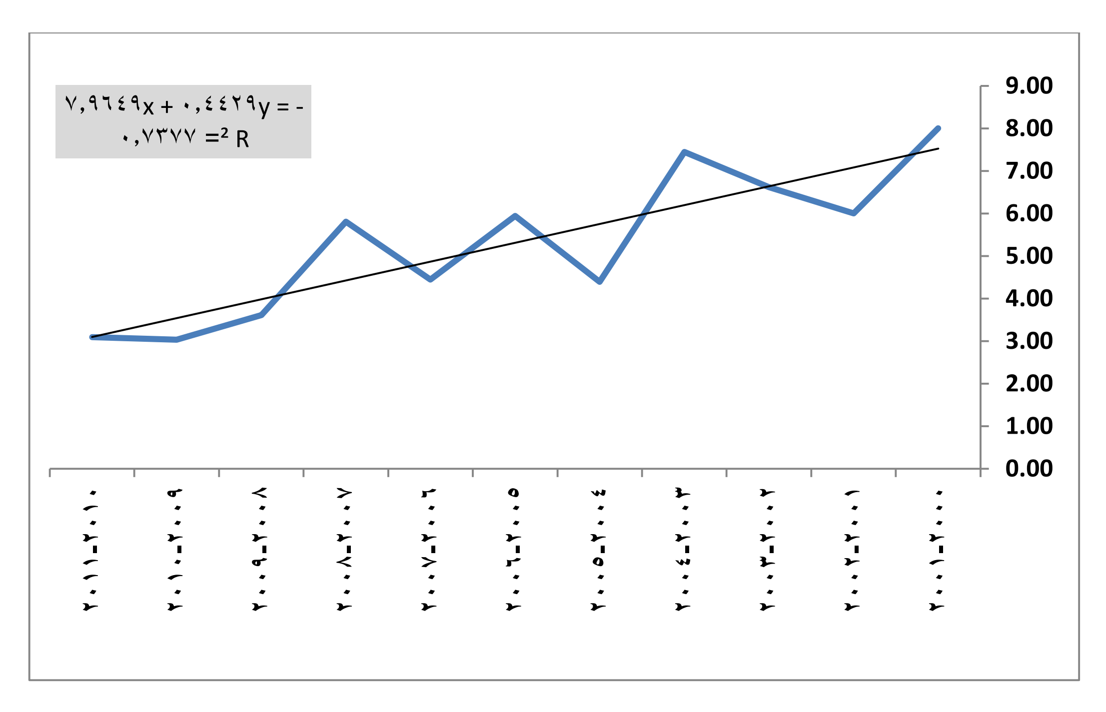
الشكل رقم (٤-٤) يبين قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ -٢٠١١) في محطة القامشلي



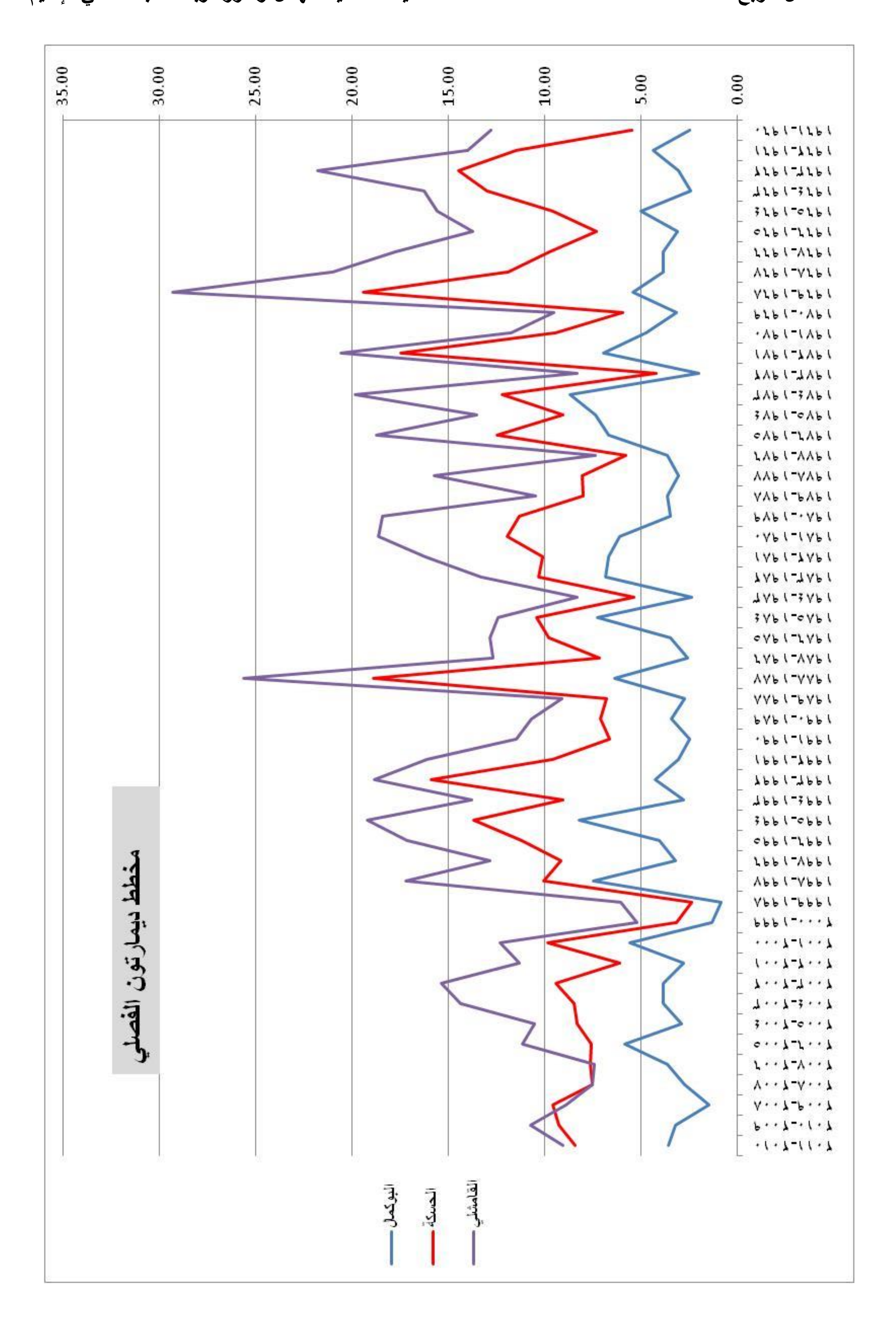
الشكل رقم (٤-٥) يبين قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ -٢٠١١) في محطة الرقة



الشكل رقم (٤-٦) يبين قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ - ٢٠١١) في محطة جرابلس



الشكل رقم (٤-٧) يبين قيمة معامل ديمارتون واتجاهه العام خلال فترة(٢٠٠٠ - ٢٠١١) في محطة الرقة



الشكل رقم (٨-٤) يبين قيمة معامل ديمارتون خلال فترة (١٩٦٠ -٢٠١١) في بعض المحطات المختارة

٤-١-٢: **معامل أمبرجيه**:

لتحديد الطابق المناخي في إقليم الدراسة تم تطبيق معامل أمبرجيه ، فكان تصنيف المحطات على النحو الآتي:

جدول رقم (٣-٤)

يبين نوع المناخ السائد في المحطات المدروسة حسب تصنيف أمبرجيه

اسم المحطة	نوع المناخ السائد (أمبرجيه)
دير الزور ، البوكمال	جاف جداً
تل أبيض، الحسكة، الرقة	جاف
القامشلي	شبه جاف

من تطبيق معادلة أمبرجيه تم تحديد الطابق المناخي، فتبين نوع المناخ بين أرجاء الإقليم فوجد ثلاثة طوابق مناخية (جاف جداً – جاف– شبه جاف) كما يبين ذلك الجدول رقم (٣-٤) والشكل رقم (٨-٤) الذي يبين مواقع محطات منطقة الدراسة عل مخطط أمبرجيه .

ومن تطبيق المعامل على القيم السنوية لمجموع الهطول ودرجات الحرارة العظمى والصغرى ينتج لدينا الجدول رقم (٥-٤) الذي يبين القيم السنوية لمعامل أمبرجيه حسب المحطات ومن دراسة الجدول المذكور والأشكال (٩-٤ وحتى ٤-١٥) التي تتضمن قيمة المعامل واتجاهه العام خلال فترة (١٩٦٠ -٢٠١١) يمكن تسجيل النتائج الآتية :

- على الرغم من وجود المحطات في طوابق مناخية مختلفة الشكل رقم (٨-٤) إلا أن الذبذبة في قيم المعامل من سنة لأخرى متشابهة في جميع المحطات في السنوات التي تنخفض فيها القيمة وتزداد فيها القيمة من المعدل العام لكل محطة على حده متشابه
- حسب تصنيف أمبرجيه فإن كافة المحطات في كافة الطوابق المناخية (جاف جداً– جاف – شبه جاف) توجد فيها سنوات كانت قيمتها خارج الطابق المناخي الذي تقع فيه المحطة فعلى سبيل المثال : في محطة القامشلي التي تصنف ضمن المناخ شبه الجاف حسب أمبرجيه ، هناك سنوات كانت قيمة المعامل تضع المحطة في المناخ شبه الرطب كسنة (٨٨-٨٧) (٦٧-٦٦) (٦٩-٦٨) ، وفي محطة البوكمال التي تصنف ضمن المناخ الجاف جداً حسب أمبرجيه ، وهناك سنوات تضع المحطة في نوع المناخ الجاف كسنة (٩٥-٩٤) .

وكذلك الأمر بالنسبة للقيم الأقل من المعدل بالنسبة للمحطات حسب تصنيف أمبرجيه ففي محطة القامشلي الواقعة في المناخ شبه الجاف هناك سنوات كثيرة وضعت ضمن المناخ الجاف كسنوات (٧٣-٧٢)(٧٧-٧٦)(٨٤-٨٣) (٩٩-٩٨) (٢٠٠٠-٩٩)(٢٠٠٨-٢٠٠٧)

- تباين عدد السنوات الأقل من المعدل والأعلى من المعدل بشكل قليل للمحطات حيث كانت كما في الجدول الآتي:

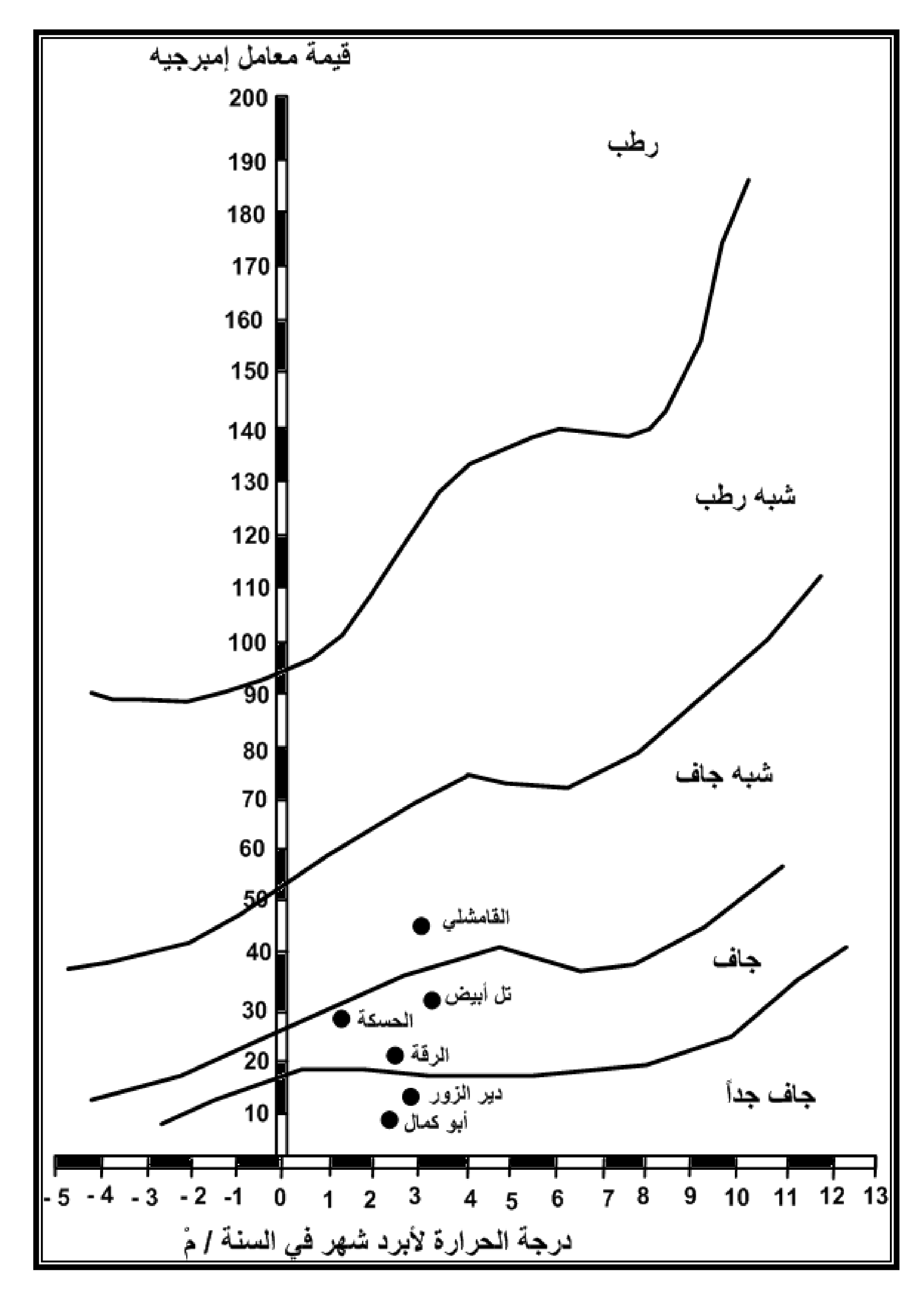
جدول (٤-٤)عدد السنوات الأقل من المعدل والأعلى من المعدل

المحطات	عدد السنوات الأقل من المعدل	النسبة	عدد السنوات الأعلى من المعدل	النسبة
البوكمال	٣٣	٦٢,٢	٢٠	٣٧,٨
الرقة	٣٠	٥٦,٦	٢٣	٤٣,٤
دير الزور	٢٨	٥٢,٨	٢٥	٤٧,٢
جرابلس	٣٠	٥٦,٦	٢٣	٤٣,٤
الحسكة	٣٣	٦٢,٢	٢٠	٣٧,٨
القامشلي	٢٩	٥٤,٧	٢٤	٤٣,٤

- ومن الجدول السابق يظهر أن النسب المئوية للسنوات الأقل من المعدل تراوحت بين ٥٢-٦٢% أعلاها في البوكمال ٦٢,٢%. وأقلها في دير الزور ٥٢%. أما نسب السنوات الأعلى من المعدل فقد تراوحت بين ٣٧ – ٤٧% أعلاها في دير الزور ٤٧,٢% وأقلها في البوكمال ٣٧,٨%
- الاتجاه العام المتناقص لقيم معامل أمبرجيه في كافة المحطات
- هناك سنوات أعلى من المعدلات (بالنسبة للمحطات) وسنوات أخرى أقل من المعدلات ضمن الاتجاه العام المتناقص (نحو الجفاف) في المحطات كافةً خلال فترة الدراسة .كما في الشكل (الأخير).
- تدل قيم معامل التفسير (R^2) الضئيلة (الأقل من ٠,٢٥) على قلة أهمية نتيجة الاتجاه العام في كافة المحطات خلال الفترة (٢٠١١-١٩٦٠)علماً بأنه تم تطبيق الاتجاه العام المتعدد الحدود من الدرجة الثالثة، وكانت نتائجه أفضل من بقية الطرائق (أولى – أسي – لوغارتمي) .
- بتقسيم فترة الدراسة إلى فترات تبين أن هناك فترات رطوبة وفترات جفاف وكانت قيم معامل التفسير ذات أهمية ودلالة إحصائية في كافة المحطات، وقد كانت الفترة (٢٠٠٠-٢٠١١) ذات اتجاه عام متناقص في كافة المحطات، وذات دلالة إحصائية كما في الشكل الذي يبين الاتجاه العام من الدرجة الأولى لمعامل أمبرجيه لمحطة الرقة ، الشكل رقم (٤-١٦) حيث كان هذا الاتجاه متناقصاً، وكانت قيم معامل التفسير (R^2) (٠,٧٢).
- يعود سبب الاتجاه العام نحو الجفاف في الإقليم (حسب معادلة أمبرجيه)، إلى الاتجاه العام المتناقص للهطل خلال الفترة المدروسة .

وتشير مصفوفة الارتباط بين المحطات الجدول رقم (٤-٦) إلى أن هناك ارتباطاً ايجابياً قوياً بين مختلف أرجاء الإقليم، فالسنة الجافة غالباً ما تكون عامة في جميع المحطات

وكذلك السنوات الرطبة ، ويظهر معامل الارتباط ضعيفاً بين محطتي البوكمال وجرابلس فقط بسبب الاختلاف فيما بينهما في النموذج المناخي.



الشكل رقم (٩-٤) يبين نوع المناخ السائد في محطات الإقليم حسب مخطط أمبرجيه

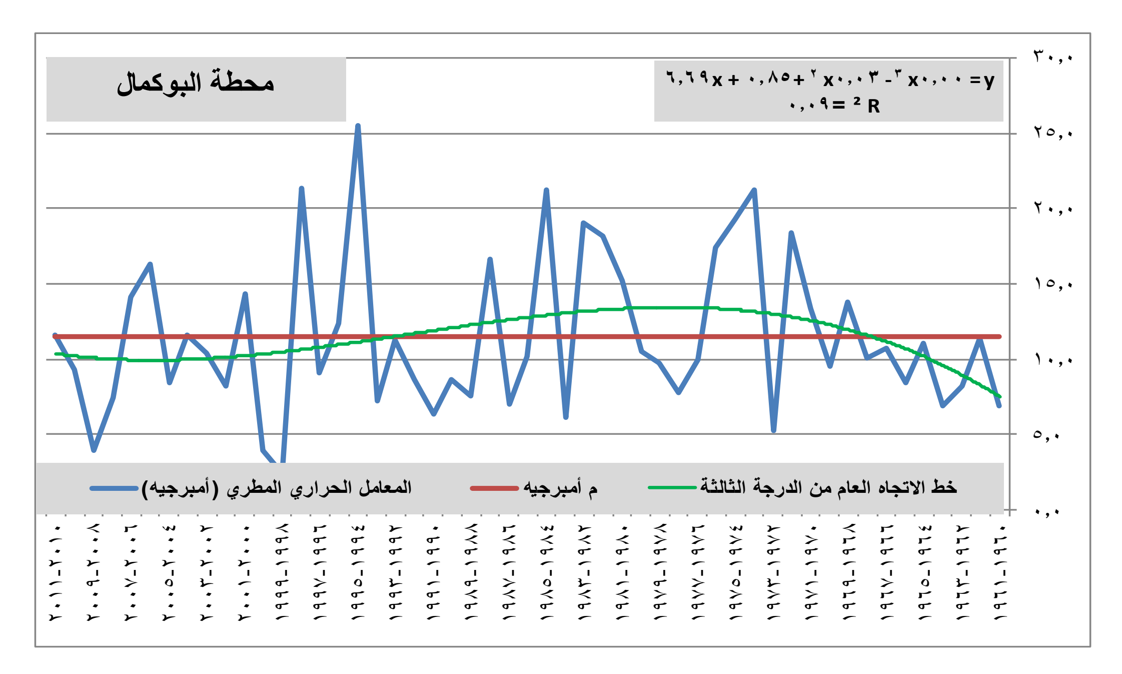
جدول رقم (٥-٤) يبين قيمة معامل أمبرجيه خلال فترة (١٩٦٠ - ٢٠١١) في بعض المحطات المختارة

	البوكمال	الحسكة	دير الزور	الرقة	القامشلي	جرابلس
1960-1961	6.9	13.9	7.4	15.3	36.2	18.8
1961-1962	11.3	28.1	14.0	17.2	35.7	28.2
1962-1963	8.3	36.9	21.2	25.8	60.1	34.5
1963-1964	6.9	34.6	11.2	22.0	46.2	30.2
1964-1965	11.1	19.7	15.5	18.0	34.0	31.8
1965-1966	8.4	17.6	6.9	10.2	34.5	22.2
1966-1967	10.7	26.3	12.8	31.6	49.6	47.7
1967-1968	10.0	28.3	9.8	22.7	52.0	43.5
1968-1969	13.8	45.8	21.3	30.4	69.4	42.7
1969-1970	9.5	16.5	14.9	17.5	25.8	24.7
1970-1971	13.4	24.8	14.0	17.1	31.9	29.9
1971-1972	18.4	41.2	25.1	28.7	54.2	51.8
1972-1973	5.2	9.5	4.9	7.0	19.5	7.9
1973-1974	21.3	27.7	22.5	22.8	49.6	22.8
1974-1975	19.3	21.8	15.8	25.1	34.3	21.5
1975-1976	17.4	29.4	20.3	22.7	47.4	37.8
1976-1977	9.9	14.7	8.2	17.9	19.8	38.3
1977-1978	7.8	19.3	8.7	17.0	39.4	25.1
1978-1979	9.8	19.9	9.8	10.5	27.2	17.9
1979-1980	10.5	31.0	16.6	33.0	52.6	36.5
1980-1981	15.2	26.5	18.6	20.9	44.2	29.4
1981-1982	18.1	24.7	17.2	22.0	41.9	28.6
1982-1983	19.0	25.7	19.8	22.3	35.9	28.1
1983-1984	6.1	12.3	8.5	7.7	20.8	20.2
1984-1985	21.2	25.6	11.9	17.7	35.0	31.7
1985-1986	10.2	25.4	14.7	23.0	38.0	27.2
1986-1987	7.0	17.1	4.7	8.7	33.7	21.2
1987-1988	16.6	45.4	23.5	31.7	70.3	43.0
1988-1989	7.6	16.2	8.2	14.0	24.1	22.5
1989-1990	8.6	15.1	10.6	12.0	26.9	20.1
1990-1991	6.3	15.4	11.2	13.6	29.0	21.2
1991-1992	8.7	23.0	8.3	14.7	41.5	23.2
1992-1993	11.2	36.4	15.2	20.8	44.7	28.2
1993-1994	7.3	20.9	12.2	12.9	33.9	25.3
1994-1995	25.5	36.8	15.9	19.4	54.3	28.0
1995-1996	12.4	30.1	14.1	17.8	49.8	49.7
1996-1997	9.1	22.8	17.2	22.3	34.2	30.4
1997-1998	21.3	25.1	16.0	21.2	45.9	32.3
1998-1999	2.4	5.7	3.4	6.3	15.5	20.5
1999-2000	3.9	8.1	7.1	7.0	15.1	18.3
2000-2001	14.4	21.9	18.3	20.4	29.4	33.8
2001-2002	8.2	15.5	14.8	17.3	30.4	30.0
2002-2003	10.4	21.9	11.3	17.2	39.1	32.2
2003-2004	11.6	21.9	14.1	21.9	39.9	36.5
2004-2005	8.4	21.4	13.5	12.1	28.6	25.2
2005-2006	16.3	17.8	14.2	15.7	30.1	24.8
2006-2007	14.1	19.7	21.2	12.6	34.6	20.1
2007-2008	7.5	16.7	9.9	14.4	18.3	20.4
2008-2009	4.0	21.6	11.2	11.3	20.9	21.9
2009-2010	9.4	22.6	15.4	8.5	27.8	27.7
2010-2011	11.6	24.2	17.5	9.6	26.1	22.9

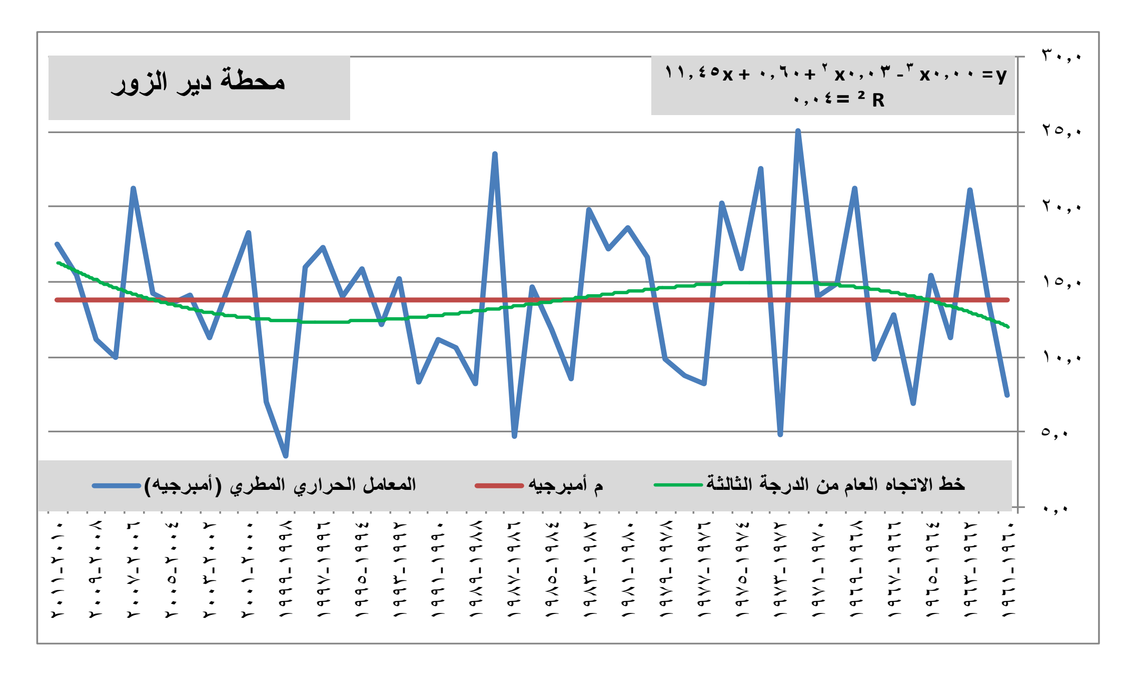
الجدول من إنشاء الطالبة وحسابها بناءً على معطيات مديرية الأرصاد الجوية بدمشق

جدول رقم (٦-٤) مصفوفة الارتباط لقيمة أمبرجيه بين المحطات

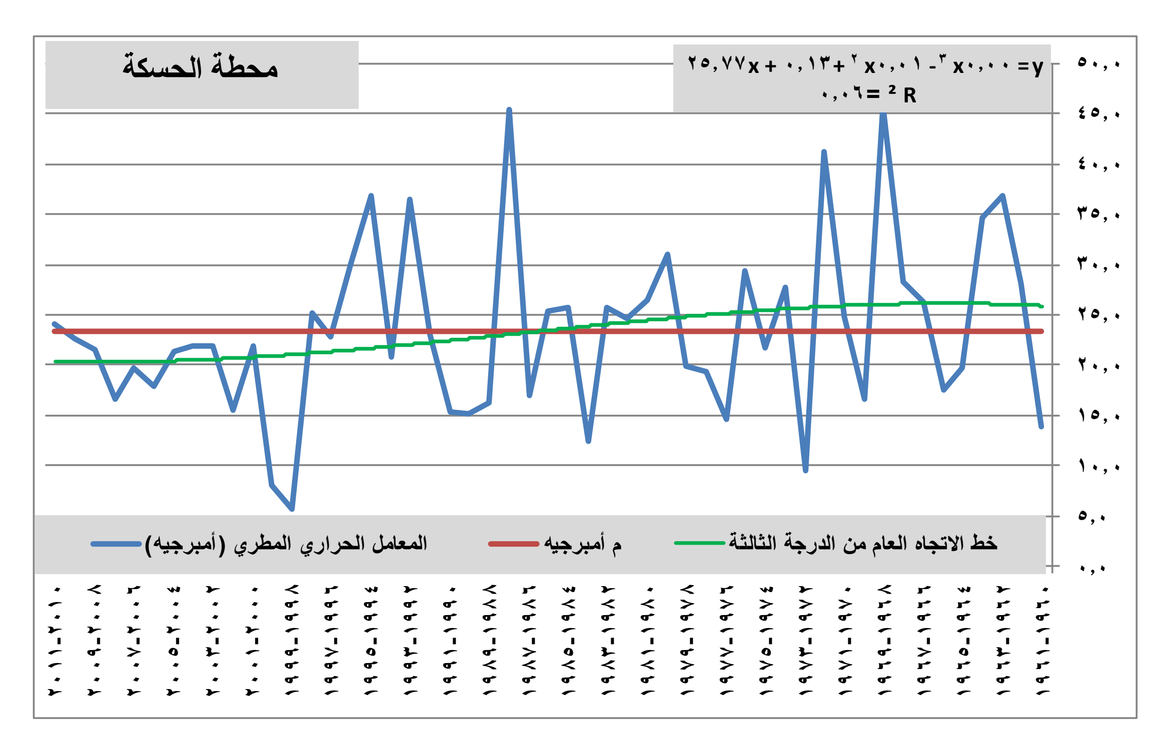
المحطة	البوكمال	الحسكة	دير الزور	الرقة	القامشلي	جرابلس
البوكمال	1					
الحسكة	0.55	1.00				
دير الزور	0.67	0.72	1.00			
الرقة	0.53	0.76	0.67	1.00		
القامشلي	0.52	0.89	0.62	0.81	1.00	
جرابلس	0.37	0.68	0.51	0.74	0.69	1.00



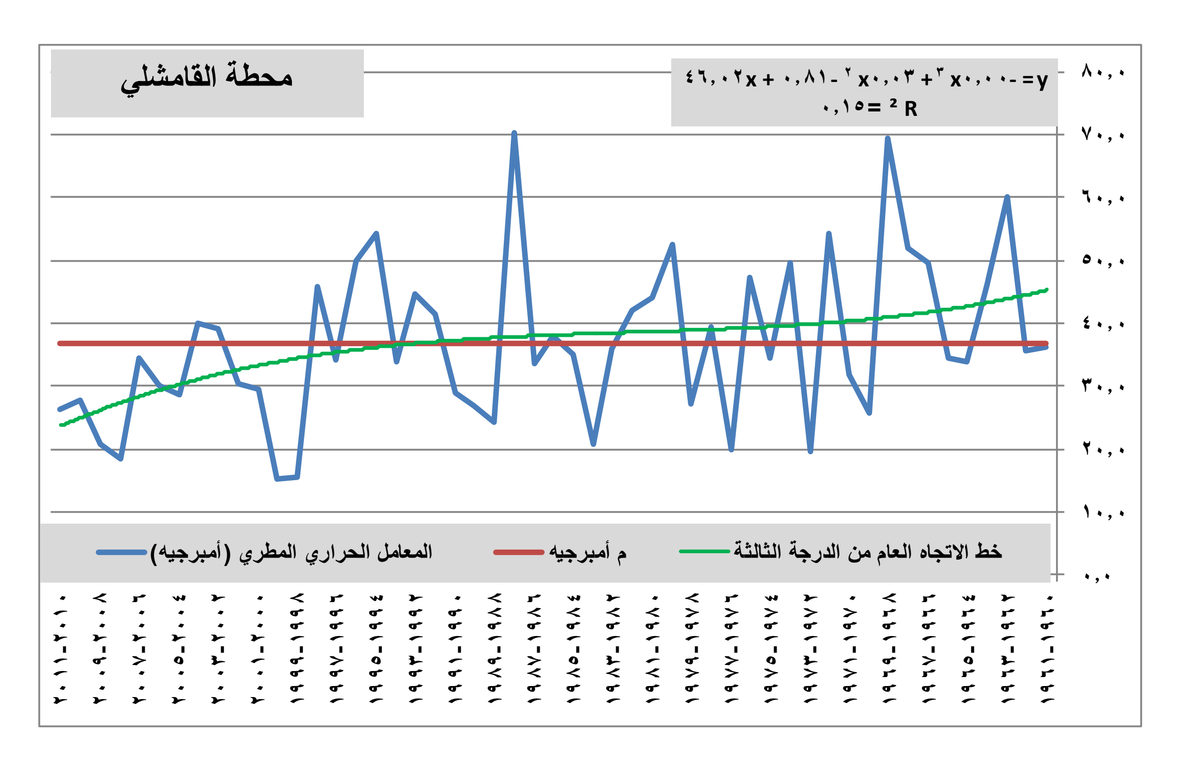
الشكل رقم (١٠-٤) يبين قيمة معامل أمبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ - ٢٠١١) في محطة البوكمال



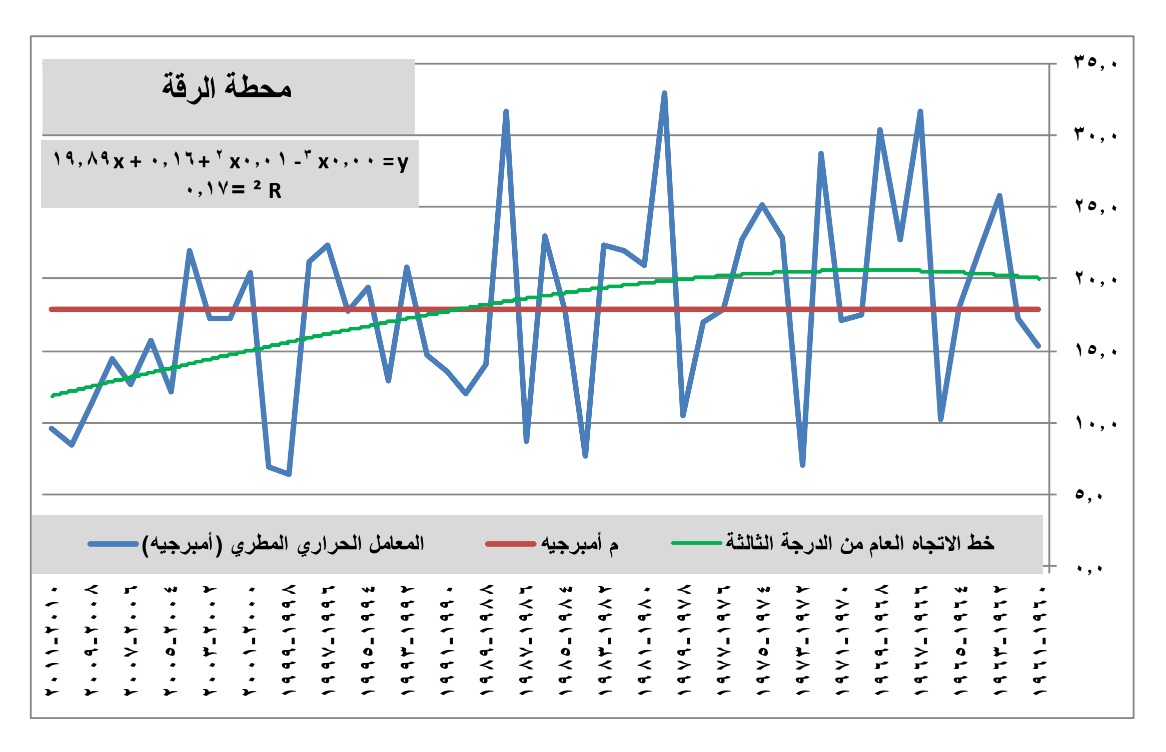
الشكل رقم (١١-٤) يبين قيمة معامل أمبرجيه واتجاهه العام (درجة الثالثة) خلال فترة (١٩٦٠ - ٢٠١١) في محطة دير الزور



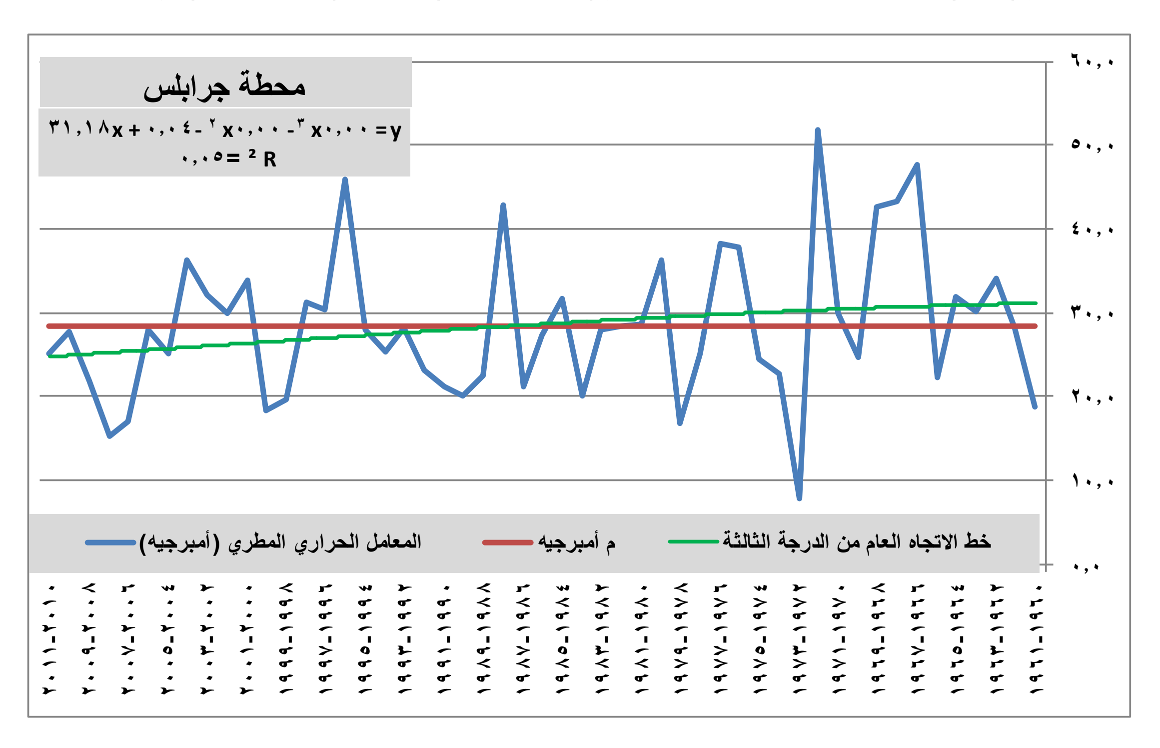
الشكل رقم (٤-١٢) يبين قيمة معامل أمبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ -٢٠١١) في محطة الحسكة



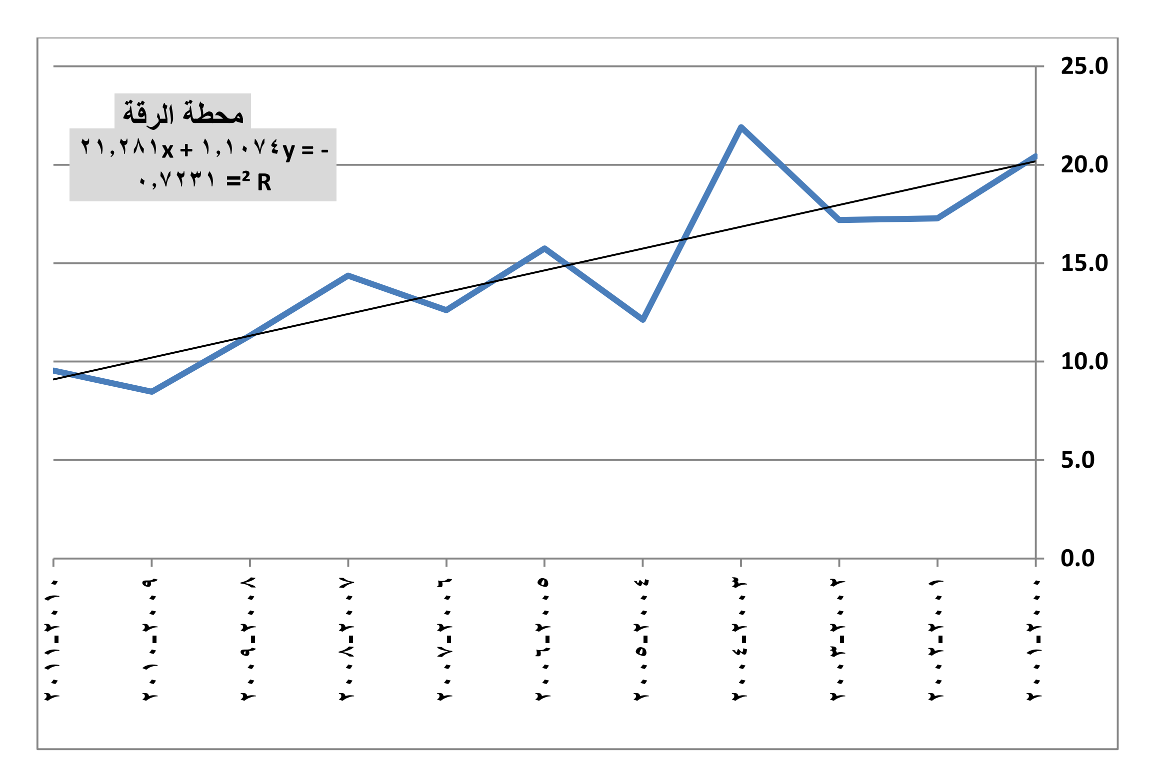
الشكل رقم (٤-١٣) يبين قيمة معامل أمبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة (١٩٦٠ -٢٠١١) في محطة القامشلي



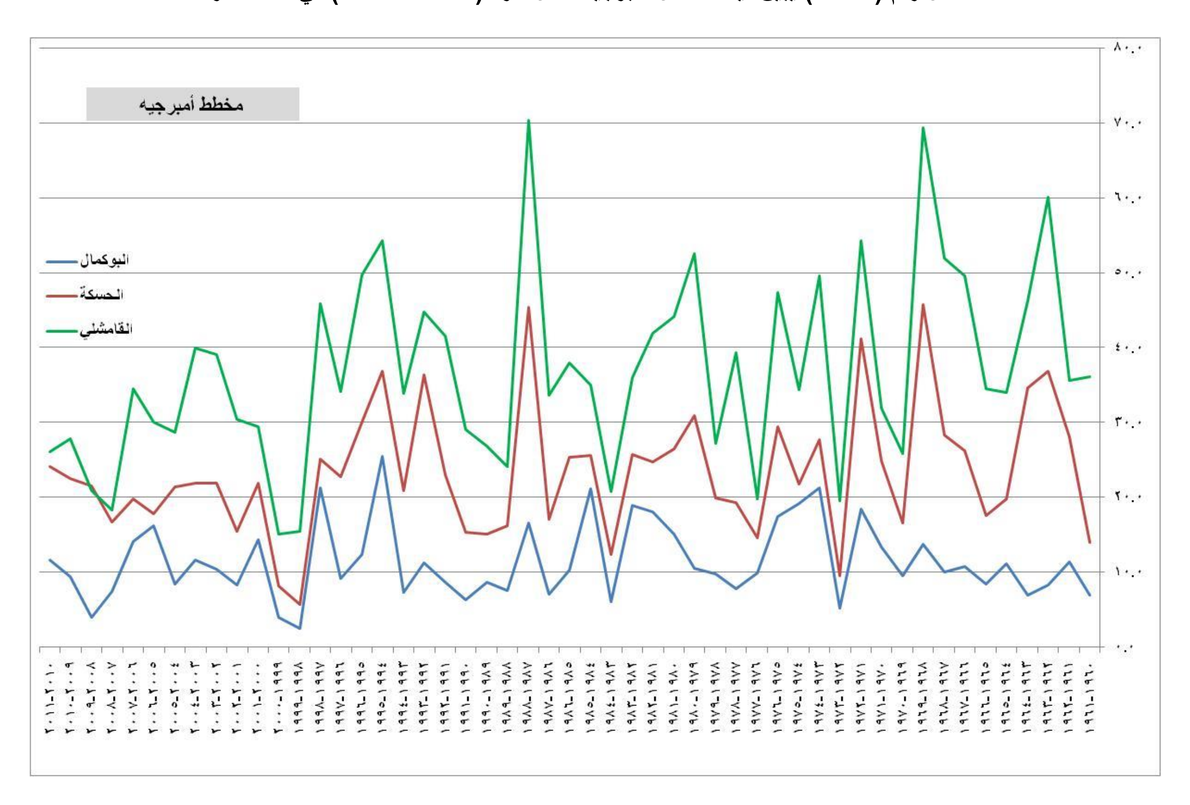
الشكل رقم (٤-١٤) يبين قيمة معامل أمبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ - ٢٠١١) في محطة الرقة



الشكل رقم (٤-١٥) يبين قيمة معامل أمبرجيه واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٦٠ - ٢٠١١) في محطة جرابلس



الشكل رقم (٤- ١٦) يبين قيمة معامل أمبرجيه خلال فترة (٢٠٠٠ -٢٠١١) في محطة الرقه



الشكل رقم (١٧-٤) يبين قيمة معامل أمبرجيه خلال فترة (١٩٦٠ -٢٠١١) في بعض المحطات المختارة

٤-١-٣: **معامل إيفانوف** :

يبين الجدول رقم (٤-٧) والأشكال ذات الأرقام (٤-١٦ حتى ٤-٢٣) نتائج تطبيق معامل إيفانوف على بيانات محطات الرصد الجوي في إقليم الدراسة، وبدراسة هذا الجدول والأشكال المذكورة يمكننا تسجيل النتائج الآتية:

١- تشترك جميع محطات الإقليم في سنوات الرطوبة والجفاف حيث سجلت السنوات (١٩٧٥ ،١٩٧٦)،(١٩٨١-١٩٨٢)،(١٩٨٧،١٩٨٨)،(١٩٩٤،١٩٩٥) ارتفاعاً في قيم (المعامل) في المحطات جميعها. وقد كانت سنوات (٩٨-٩٩)(٩٩-٢٠٠٠) (٨٣-٨٤) أشد السنوات جفافاً في المحطات كافةً ، كما سجلت سنوات (٧٦-٧٧)(٨٣-٨٤)(٨٦-٨٧)(٨٨-٨٩)(٩٣-٩٤)(٩٨-٩٩)(٩٩-٢٠٠٠)(٢٠٠٤-٢٠٠٥) انخفاض قيم المؤشر في المحطات جميعها ، كما كانت سنة (٨٨-٨٧) الأكثر رطوبة في المحطات كافةً.

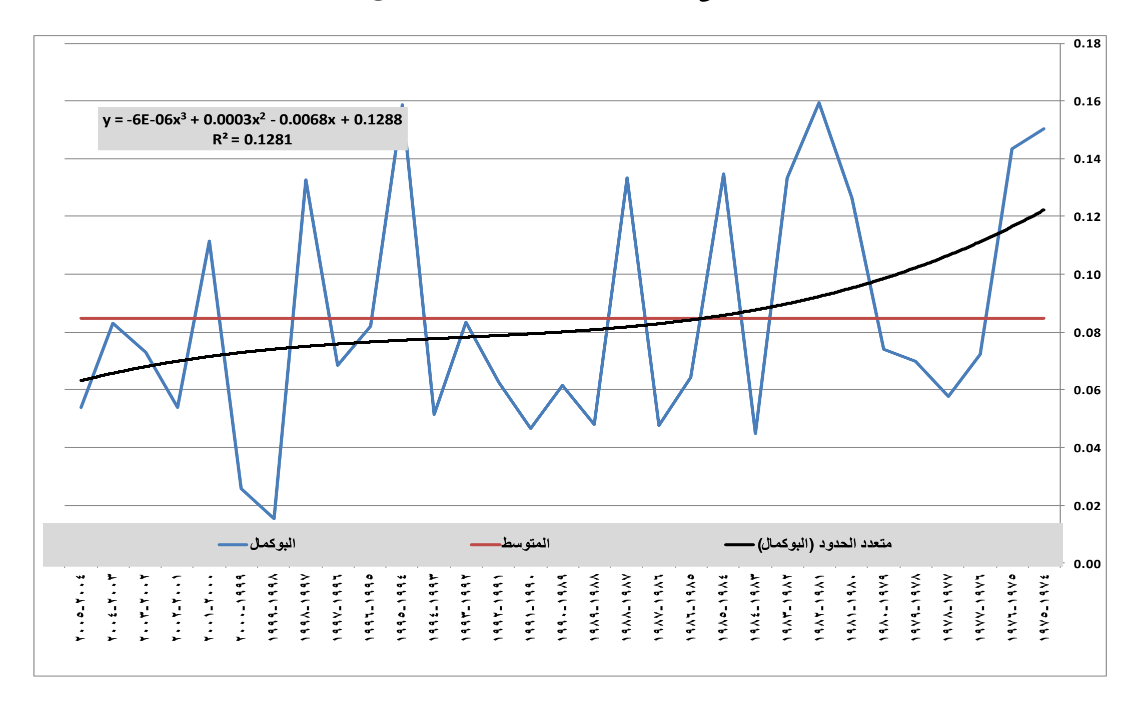
٢- هناك اتجاه عام نحو الجفاف في جميع المحطات في الفترة المدروسة، ويبدو هذا الاتجاه المتناقص لقيم مؤشر الرطوبة واضحاً بعد منتصف الثمانينيات حتى الوقت الراهن.

٣- ويعود السبب في هذا الاتجاه العام المتناقص لقيم مؤشر الرطوبة إلى تناقص كميات الهطل بالدرجة الأولى، وارتفاع درجة الحرارة التي عملت على زيادة طاقة التبخر النتح منذ منتصف الثمانينيات حتى الوقت الراهن.

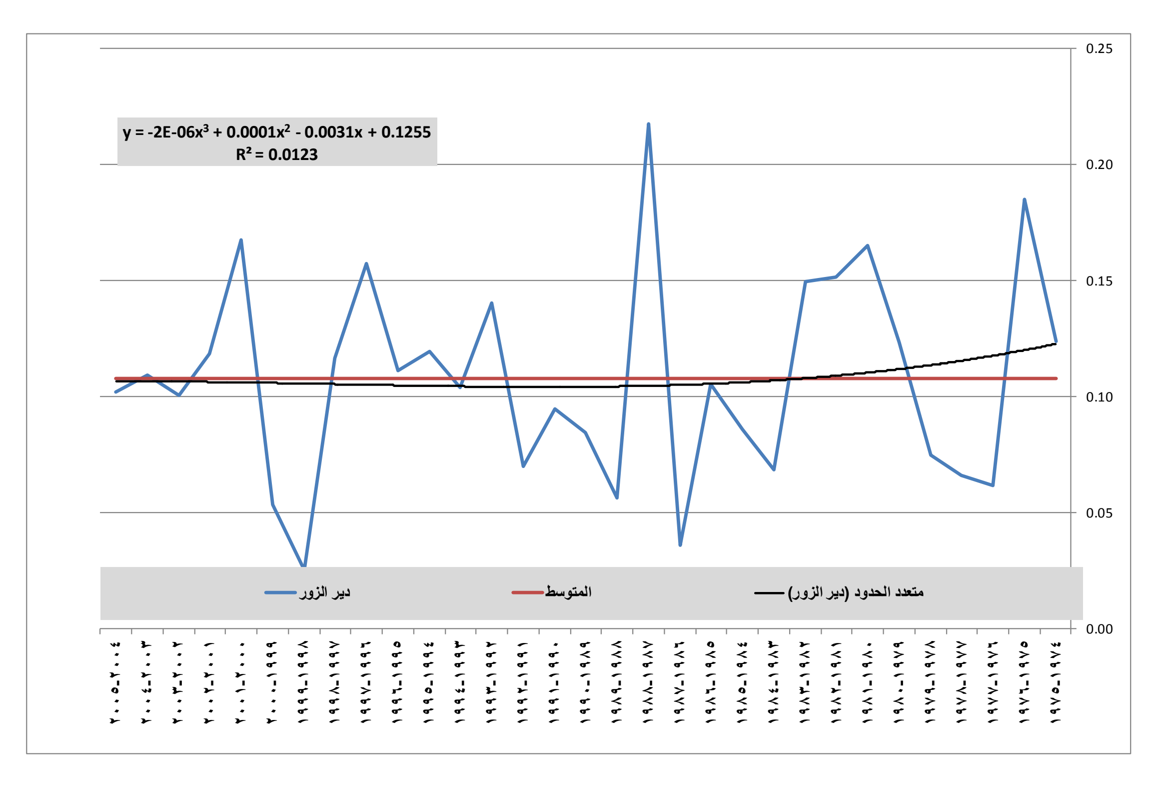
جدول رقم (٤-٧) يبين قيمة معامل إيفانوف الفصلية خلال الفترة (١٩٧٤-٢٠٠٥) في بعض محطات الإقليم

	البوكمال	دير الزور	الحسكة	جرابلس	القامشلي	الرقة
1974-1975	0.15	0.12	0.20	0.25	0.28	0.23
1975-1976	0.14	0.18	0.33	0.47	0.44	0.24
1976-1977	0.07	0.06	0.12	0.38	0.14	0.16
1977-1978	0.06	0.07	0.18	0.26	0.34	0.15
1978-1979	0.07	0.07	0.19	0.16	0.23	0.09
1979-1980	0.07	0.12	0.31	0.36	0.45	0.29
1980-1981	0.13	0.16	0.30	0.32	0.43	0.21
1981-1982	0.16	0.15	0.27	0.28	0.38	0.21
1982-1983	0.13	0.15	0.25	0.27	0.28	0.20
1983-1984	0.04	0.07	0.12	0.22	0.16	0.07
1984-1985	0.13	0.09	0.25	0.32	0.26	0.15
1985-1986	0.06	0.11	0.23	0.26	0.28	0.19
1986-1987	0.05	0.04	0.17	0.24	0.28	0.08
1987-1988	0.13	0.22	0.54	0.57	0.62	0.34
1988-1989	0.05	0.06	0.14	0.23	0.17	0.12
1989-1990	0.06	0.08	0.16	0.21	0.22	0.11
1990-1991	0.05	0.09	0.17	0.25	0.28	0.13
1991-1992	0.06	0.07	0.27	0.23	0.39	0.14
1992-1993	0.08	0.14	0.43	0.31	0.43	0.21
1993-1994	0.05	0.10	0.23	0.27	0.32	0.12
1994-1995	0.16	0.12	0.36	0.27	0.45	0.15
1995-1996	0.08	0.11	0.33	0.47	0.42	0.15
1996-1997	0.07	0.16	0.26	0.32	0.31	0.22
1997-1998	0.13	0.12	0.24	0.29	0.34	0.18
1998-1999	0.02	0.02	0.05	0.18	0.12	0.05
1999-2000	0.03	0.05	0.07	0.16	0.12	0.06
2000-2001	0.11	0.17	0.24	0.37	0.29	0.21
2001-2002	0.05	0.12	0.15	0.28	0.24	0.15
2002-2003	0.07	0.10	0.23	0.34	0.35	0.17
2003-2004	0.08	0.11	0.20	0.33	0.30	0.19
2004-2005	0.05	0.10	0.20	0.24	0.22	0.11

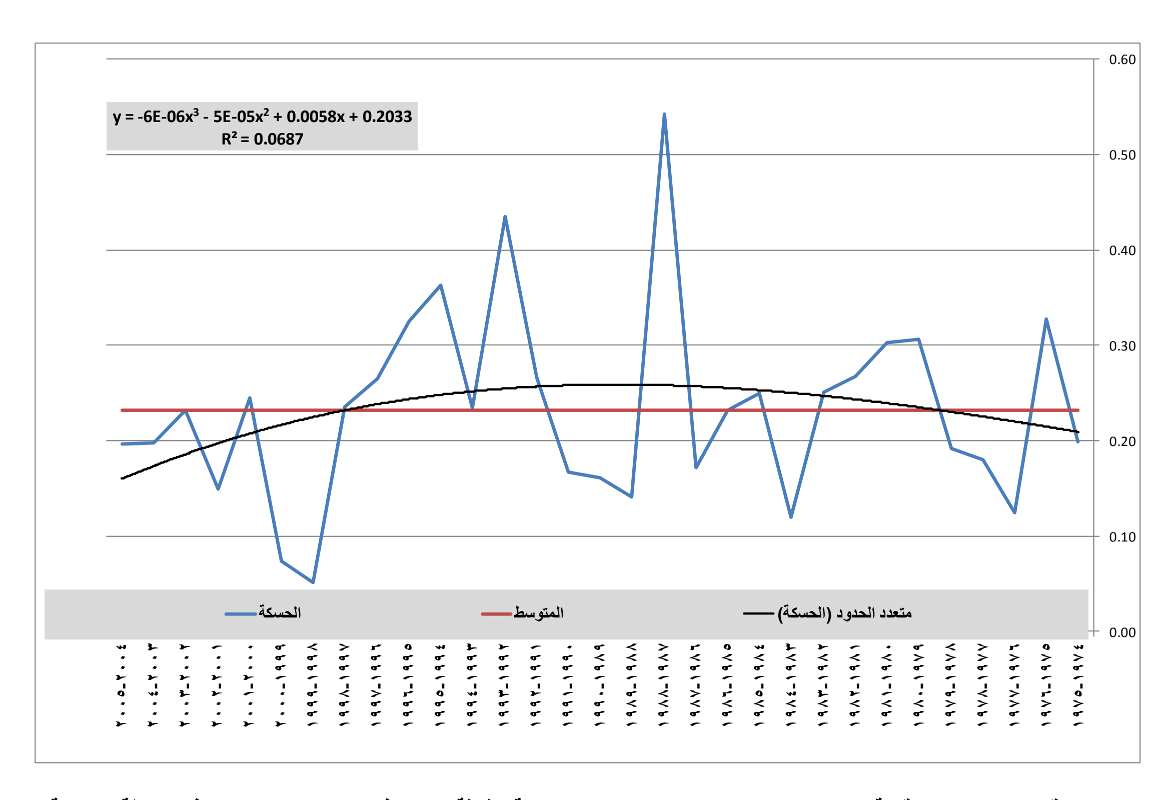
الجدول من إنشاء الطالبة وحسابها اعتماداً على بيانات مديرية الأرصاد الجوية بدمشق



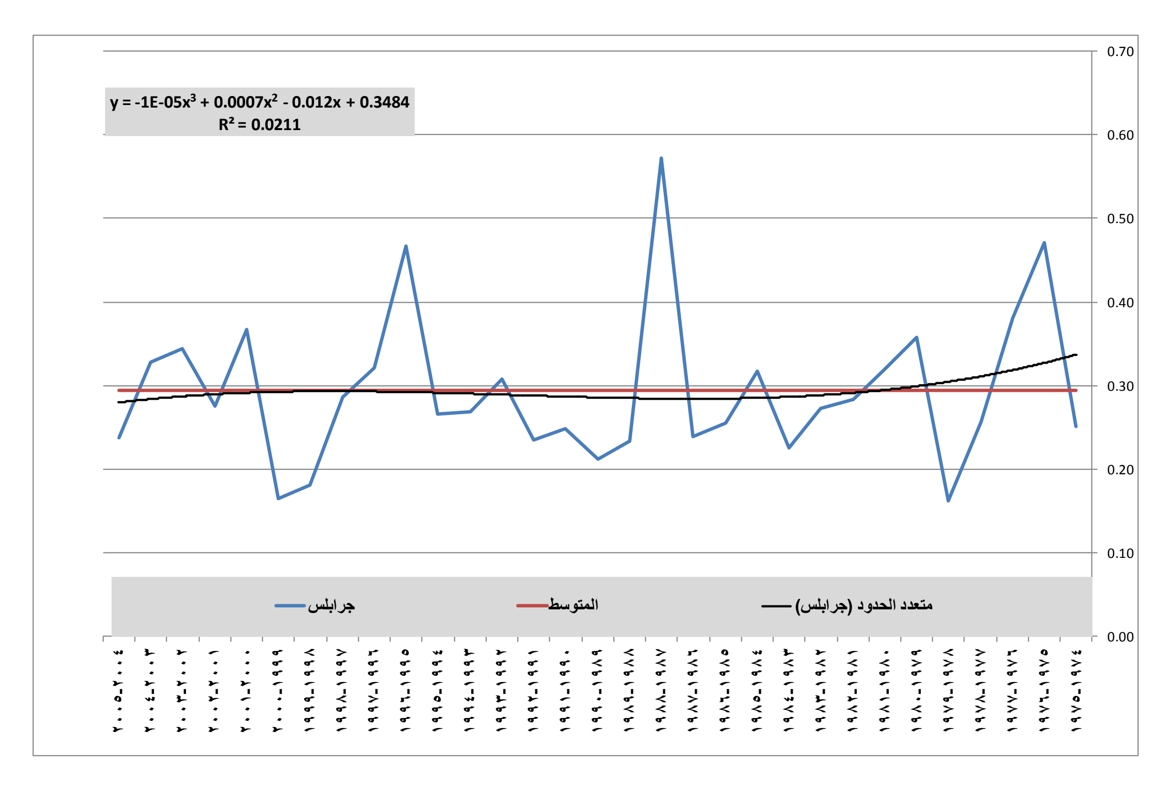
الشكل رقم (٤-١٨) يبين قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(١٩٧٤-٢٠٠٥) في محطة البوكمال



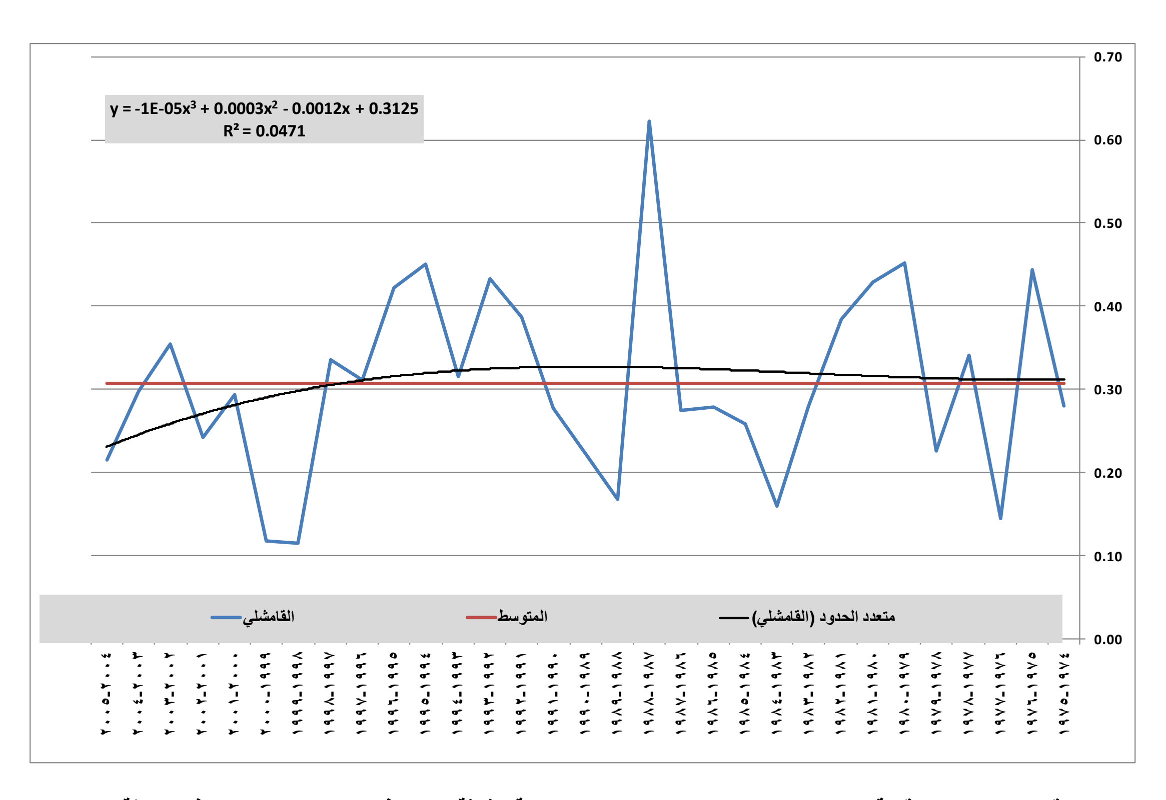
الشكل رقم (١٩-٤) يبين قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(٢٠٠٥-١٩٧٤) في محطة دير الزور



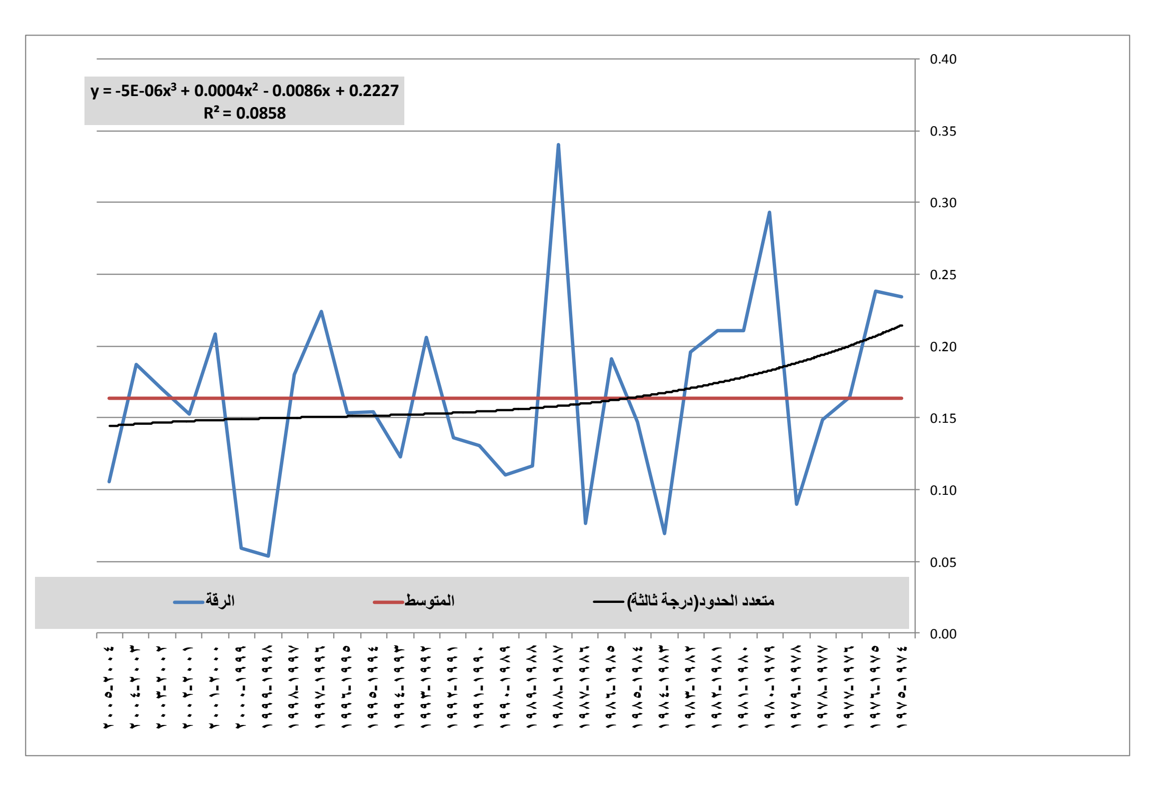
الشكل رقم (٢٠-٤) يبين قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(٢٠٠٥-١٩٧٤) في محطة الحسكة



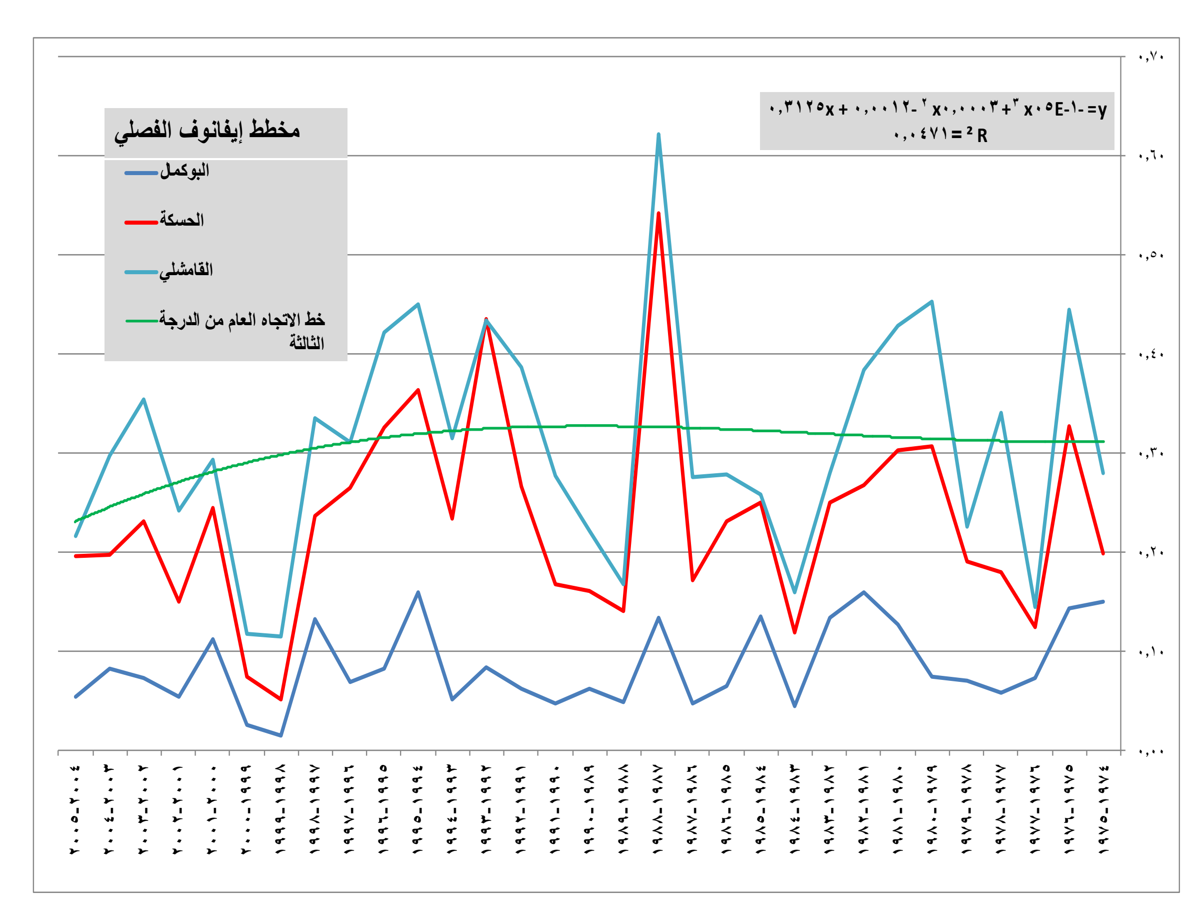
الشكل رقم (٢١-٤) يبين قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(٢٠٠٥-١٩٧٤) في محطة جرابلس



الشكل رقم (٢٢-٤) يبين قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(٢٠٠٥-١٩٧٤) في محطة القامشلي



الشكل رقم (٢٣-٤) يبين قيمة معامل إيفانوف واتجاهه العام (من الدرجة الثالثة) خلال فترة(٢٠٠٥-١٩٧٤) في محطة الرقة



الشكل رقم (٢٤-٤) يبين قيمة معامل إيفانوف الفصلية خلال الفترة (١٩٧٤ -٢٠٠٥) في بعض محطات الإقليم

من العرض السابق لنتائج تطبيق معاملي ديمارتون وأمبرجيه، ومن دراسة الجدول رقم (٤-٨) الذي يبين مصفوفة الارتباط بين قيم المعاملين المذكورين في أثناء الفترة (١٩٦٠-٢٠١١) يمكن القول: إن قيم معامل الارتباط بين المعاملين المذكورين تتراوح بين (٠,٩٦ و ٠,٩٨) في المحطات المدروسة أي أن سنوات الرطوبة وسنوات الجفاف موحدة بين أرجاء الإقليم كافةً.

جدول رقم (٤-٨) مصفوفة الارتباط لقيم امبرجيه وديمارتون في المحطات المدروسة

المحطة	البوكمال ديمارتون	دير الزور ديمارتون	الحسكة ديمارتون	القامشلي ديمارتون	الرقة ديمارتون	جرابلس ديمارتون	البوكمال امبرجيه	الحسكة امبرجيه	دير الزور امبرجيه	الرقة امبرجيه	القامشلي امبرجيه	جرابلس امبرجيه
البوكمال ديمارتون	1											
دير الزور ديمارتون	0.68	1										
الحسكة ديمارتون	0.57	0.73	1.00									
القامشلي ديمارتون	0.54	0.59	0.89	1.00								
الرقة ديمارتون	0.60	0.70	0.76	0.81	1.00							
جرابلس ديمارتون	0.42	0.57	0.70	0.68	0.76	1.00						
البوكمال امبرجيه	0.98	0.65	0.54	0.48	0.54	0.38	1.00					
الحسكة امبرجيه	0.55	0.70	0.98	0.87	0.75	0.68	0.55	1.00				
دير الزور امبرجيه	0.67	0.98	0.72	0.58	0.69	0.55	0.67	0.72	1.00			
الرقة امبرجيه	0.56	0.65	0.74	0.78	0.98	0.73	0.53	0.76	0.67	1.00		
القامشلي امبرجيه	0.53	0.60	0.87	0.97	0.80	0.67	0.52	0.89	0.62	0.81	1.00	
جرابلس امبرجيه	0.38	0.49	0.66	0.67	0.72	0.96	0.37	0.68	0.51	0.74	0.69	1.00

٤-٢: شدة الجفاف

تختلف حوادث الجفاف عن بعضها بعض من حيث الحدة والاستمرارية لذلك تم حساب مؤشر الجفاف وتقدير شدته (نقص الهطول) من تطبيق معادلة (Li) التي تأخذ الصيغة الآتية:

$$DI=(X- \mathcal{X}/ \mathcal{X})*100$$

DI: مؤشر الجفاف (Drought Index)

×: كمية الهطول للفترة المدروسة

$\mathcal{X}$: متوسط كمية الهطل الفترة المدروسة نفسها.

وقد تم حساب قيم(DI) لكل من الأشهر بدءاً من شهر تشرين الأول حتى شهر نيسان، وللفصول (الخريف والشتاء والربيع) وذلك لكل محطة على حدة.

ولتقدير شدة الجفاف تم الاستناد على القيم السلبية لمؤشر الجفاف DI وطول الفترة الجافة التي تنزاح خلالها الأمطار دون المعدل للفترة وذلك حسب الجدول (٩-٤):

الجدول رقم (٩-٤) فترة الجفاف وشدتها حسب قيم مؤشر الجفاف DI

شدة الجفاف / الفترة	جفاف معتدل %	جفاف شديد %	جفاف متطرف %
شهر	أقل من -٨٠		
ثلاثة أشهر	-٢٦ إلى -٥٠	-٥١ إلى -٨٠	أقل من -٨٠
ستة أشهر وأكثر		(-١) إلى (٠)	-١ إلى -٢٥

(Li Kerang, 2009,p. 124)

ولتقدير حدة الجفاف وتكراره خلال الفصول المختلفة تم حساب النسبة المئوية لسنوات الجفاف المعتدل والشديد والمتطرف لكل فصل كما هو مبين في الجدول (١١-٤).

جدول (١٠-٤) النسب المئوية لتكرار الجفاف الشهري في محطات مختارة

الشهر / المحطة		ت١	ت٢	ك١	ك٢	شباط	آذار	نيسان	آيار
البوكمال	عدد سنوات الجفاف المعتدل	١٦,٠	٥,٠	٠,٠	٠,٠	١,٠	١,٠	٢,٠	١٣,٠
	نسبتها %	٣٤,٨	١٠,٩	٠,٠	٠,٠	٢,٢	٢,٢	٤,٣	٢٨,٣
الرقة	عدد سنوات الجفاف المعتدل	١٥,٠	٦,٠	١,٠	١,٠	٥,٠	٥,٠	٦,٠	١٧,٠
	نسبتها %	٣٢,٦	١٣,٠	٢,٢	٢,٢	١٠,٩	١٠,٩	١٣,٠	٣٧,٠
دير الزور	عدد سنوات الجفاف المعتدل	١٩,٠	٩,٠	٦,٠	٤,٠	٥,٠	٨,٠	٩,٠	٢٢,٠
	نسبتها %	٤١,٣	١٩,٦	١٣,٠	٨,٧	١٠,٩	١٧,٤	١٩,٦	٤٧,٨
الحسكة	عدد سنوات الجفاف المعتدل	١٤,٠	٧,٠	٣,٠	٢,٠	٢,٠	٤,٠	٣,٠	١٦,٠
	نسبتها %	٣٠,٤	١٥,٢	٦,٥	٤,٣	٤,٣	٨,٧	٦,٥	٣٤,٨
جرابلس	عدد سنوات الجفاف المعتدل	١٠,٠	٣,٠	٤,٠	٢,٠	١,٠	٤,٠	٤,٠	١٦,٠
	نسبتها %	٢١,٧	٦,٥	٨,٧	٤,٣	٢,٢	٨,٧	٨,٧	٣٤,٨
القامشلي	عدد سنوات الجفاف المعتدل	١٥,٠	٧,٠	٥,٠	٢,٠	٠,٠	٣,٠	٣,٠	١٨,٠
	نسبتها %	٣٢,٦	١٥,٢	١٠,٩	٤,٣	٠,٠	٦,٥	٦,٥	٣٩,١

الجدول من حساب الطالبة

ومن دراسة الجدول (١٠-٤) الذي يبين قيم مؤشر الجفاف الشهرية يمكن تسجيل النتائج الآتية:

١- أقل تكرار لقيم مؤشر الجفاف الشهرية يحصل في شهري كانون الأول والثاني، ويظهر المؤشر في أقل قيم له خلال هذين الشهرين في المنطقة الجنوبية والشرقية .

٢- يسجل شهر شباط أقل القيم في المنطقة الشمالية، بينما يسجل شهر أيار أعلى القيم في الإقليم يليه شهر تشرين الأول ثم تشرين الثاني ثم نيسان.

٣- يلاحظ الاختلاف في القيم الشهرية حسب الموقع الجغرافي ففي بعض الأحيان يكون تكرار لحالات الجفاف في بعض الأشهر في المنطقة الشمالية، وينعدم التكرار في المنطقة الجنوبية مثال (شهرا كانون الأول والثاني في البوكمال (٠) وفي القامشلي (١٠,٩) (٤,٣).

٤- يتكرر الجفاف في شهري نيسان وآذار في المنطقة الشمالية أكثر منه في الجنوبية [القامشلي في شهر آذار (٣) ونيسان (٣) بينما في البوكمال في آذار (١) ونيسان (٢)].

جدول (٤-١١) يبين النسبة المئوية لتكرار الجفاف الفصلي تبعاً لحدته في محطات مختارة

المحطة / الفصل		الخريف	الشتاء	الربيع
البوكمال	عدد سنوات الجفاف المعتدل	٩	٨	٥
	نسبتها%	١٩,٦	١٧,٤	١٠,٩
	عدد سنوات الجفاف الشديد	٨	٥	٧
	نسبتها %	١٧,٤	١٠,٩	١٥,٢
	عدد سنوات الجفاف المتطرف	٩	٠	٧
	نسبتها %	١٩,٦	٠,٠	١٥,٢
	عدد سنوات الجفاف الكلية	٢٦,٠	١٣,٠	١٩,٠
	نسبتها %	٥٦,٥	٢٨,٣	٤١,٣
الرقة	عدد سنوات الجفاف المعتدل	١٢	٥	٧
	نسبتها %	٢٦,١	١٠,٩	١٥,٢
	عدد سنوات الجفاف الشديد	٩	٦	١٠
	نسبتها %	١٩,٦	١٣,٠	٢١,٧
	عدد سنوات الجفاف المتطرف	٣,٠	٠,٠	٠,٠
	نسبتها %	٦,٥	٠,٠	٠,٠
	عدد سنوات الجفاف الكلية	٢٤	١١	١٧
	نسبتها	٥٢,٢	٢٣,٩	٣٧,٠
دير الزور	عدد سنوات الجفاف المعتدل	٨	١٣	١٠
	نسبتها %	١٧,٤	٢٨,٣	٢١,٧
	عدد سنوات الجفاف الشديد	٧	٤	٨
	نسبتها %	١٥,٢	٨,٧	١٧,٤
	عدد سنوات الجفاف المتطرف	٩	٠	٣
	نسبتها %	١٩,٦	٠,٠	٦,٥
	عدد سنوات الجفاف الكلية	٢٤	١٧	٢١
	نسبتها %	٥٢,٢	٣٧,٠	٤٥,٧
الحسكة	عدد سنوات الجفاف المعتدل	٦	٩	١١
	نسبتها %	١٣,٠	١٩,٦	٢٣,٩
	عدد سنوات الجفاف الشديد	١٤	٤	٨
	نسبتها %	٦,٤	١,٨	٣,٧
	عدد سنوات الجفاف المتطرف	٢	١	٠
	نسبتها %	٤,٣	٢,٢	٠,٠
	عدد سنوات الجفاف الكلية	٢٢	١٤	١٩
	نسبتها %	٤٧,٨	٣٠,٤	٤١,٣
جرابلس	عدد سنوات الجفاف المعتدل	٥	٦	٦
	نسبتها %	١٠,٩	١٣,٠	١٣,٠
	عدد سنوات الجفاف الشديد	٩	٢	١٢
	نسبتها %	١٩,٦	٤,٣	٢٦,١
	عدد سنوات الجفاف المتطرف	١	١	٠
	نسبتها %	٠,٥	٠,٥	٠,٠
	عدد سنوات الجفاف الكلية	١٥,٠	٩,٠	١٨,٠
	نسبتها %	٣٢,٦	١٩,٦	٣٩,١
القامشلي	عدد سنوات الجفاف المعتدل	١٢	١٠	١٣
	نسبتها %	٢٦,١	٢١,٧	٢٨,٣
	عدد سنوات الجفاف الشديد	٦	٣	٣
	نسبتها %	١٣,٠	٦,٥	٦,٥
	عدد سنوات الجفاف المتطرف	٣	٠	١
	نسبتها %	٦,٥	٠,٠	٢,٢
	عدد سنوات الجفاف الكلية	٢١	١٣	١٧
	نسبتها %	٤٥,٧	٢٨,٣	٣٧,٠

الجدول من حساب الطالبة

ومن دراسة الجدول (١١-٤) الذي يبين قيم مؤشر الجفاف الفصلية يمكن تسجيل النتائج الآتية:

أولاً- في فصل الشتاء :

١- يشهد فصل الشتاء الكثير من حوادث الجفاف المعتدلة (البوكمال (١٧%، الرقة (١٠,٩%)، دير الزور(٢٨,٣%)،الحسكة (١٩,٦%) ،جرابلس (١٣%)، القامشلي (٢١,٧%).

٢- تتراوح نسبة سنوات الجفاف الشديد بين (١,٨%) في محطة الحسكة و(١٣%) في محطة الرقة) وتكرر في المنطقة الجنوبية أكثر مما هي عليه في المنطقة الشمالية (البوكمال (١٠,٩%) ، الرقة (١٣%)، دير الزور (٨,٧%)، جرابلس (٤,٣%) القامشلي (٦,٥%) ، الحسكة (١,٨%).

٣- تتراوح نسبة الجفاف المتطرف نحو (٠) في المنطقة الجنوبية و(٢%) في المنطقة الشمالية (تبلغ في الرقة والبوكمال ودير الزور (٠) لكل منهما، و(٠,٥) في جرابلس.

٤- أشد السنوات جفافاً في فصل الشتاء هي (٧٣-٧٢)،(٩٩-٩٨)،(٢٠٠٠-٩٩)

ثانياً- في فصلي الربيع والخريف:

تزداد نسبة الجفاف المعتدل والشديد خلال هذين الفصلين بشكل عام حيث يتكرر في سنوات كثيرة.

- ففي فصل الخريف : تتراوح نسبة الجفاف المعتدل بين (٢٧%-١٠) ، وتتراوح نسب الجفاف الشديد بين (٦-٢٠%) ، أما بالنسبة للجفاف المتطرف فيتراوح بين (٠,٥ - ٢٠%) ويتكون في المنطقة الجنوبية أكثر مما هو عليه في الشمالية حيث تتراوح نسبة الجفاف المتطرف بين (٢٠%-٥) في المنطقة الجنوبية وأقل من (٧%) في المنطقة الشمالية .
- أسوأ سنوات الجفاف الخريفي هي (٩٩-٩٨)،(٢٠٠٠-٩٩)،(٩١-٩٠).
- وفي فصل الربيع :

تتكرر نسب الجفاف المعتدل بين (٢٨%-١٠) وهي في المنطقة الشمالية أعلى مما هي عليه في الجنوبية .(الحسكة (٢٣,٩)، جرابلس (٢٦)، البوكمال (١٠,٩)، الرقة(١٥,٢)

- تتراوح نسب الجفاف الشديد بين (٣-٢٦%) حيث تسجل محطة الحسكة أقل نسبة (٣,٧%) وتسجل جرابلس أعلى نسبة (٢٦%).

- بالنسبة للجفاف المتطرف فيمثل أقل من (٢%) في المنطقة الشمالية وبين (١٥%-٥) في الجنوبية باستثناء الرقة التي لم تسجل فيها أية نسبة للجفاف المتطرف وكذلك الحسكة وجرابلس.
- وكانت أسوأ سنوات الجفاف الربيعي (٩٨-٩٩)،(٩٩-٢٠٠٠)،(٢٠٠٤-٢٠٠٥)،(٧٨-٧٩)،(٧٧-٧٨).
- أما **بالنسبة لمجموع عدد سنوات الجفاف** الكلية خلال الفصول فقد كانت أقل النسب خلال فصل الشتاء (٢٠-٣٧%) حيث سجلت محطة جرابلس أقل النسب للجفاف الشتوي (١٩,٦) بينما كانت أعلى النسب في دير الزور (٣٧%) .
- أما خلال فصل الربيع تراوحت النسب بين (٣٧- ٤٦ %) و كانت أقل النسب في القامشلي والرقة (٣٧%) وأعلاها في دير الزور (٤٥,٧%) ثم البوكمال (٤١,٣%)
- أما في فصل الخريف : فقد سجلت فيه أعلى النسب لعدد سنوات الجفاف الكلية حيث تراوحت النسب بين (٥٧%-٤٥) باستثناء محطة جرابلس التي سجلت (٣٢,٦%) وقد سجلت أعلى النسب خلال هذا الفصل في المنطقة الجنوبية والجنوبية الشرقية (الرقة ودير الزور (٥٢,٢%) لكل منها و (٥٦,٥%) في البوكمال.

وبما أن الجفاف خلال موسم معين يتراكم نتيجة تتالي الجفاف في الفصول المتتالية ومن أجل بيان السنوات الأكثر جفافاً تم حساب عدد السنوات الجافة الكلية ونسبتها ، حيث تبين أن الموسم (٩٨-٩٩) كان الأكثر جفافاً على الإطلاق خلال فترة الدراسة يليه الموسم (٢٠٠٠-٩٩) فالموسم (٧٢-٧٣) ، ويظهر الجفاف بشكل واضح منذ بداية (٩٨-٩٩) وحتى (٢٠٠٩-٢٠١٠) باستثناء (٢٠٠٠-٢٠٠١)،(٢٠٠٢-٢٠٠٣)،(٢٠٠٣-٢٠٠٤) حيث كانت سنوات رطبة.

ومن خلال دراسة الاتجاه العام لقيم مؤشر الجفاف تبين أن قيم مؤشر الجفاف تتجه نحو الانخفاض في المحطات كافةً وهذا يعني زيادة الجفافية في الإقليم خلال فترة الدراسة

ومن أجل تحديد أكثر دقة لتغيرات قيم مؤشر الجفاف (Li) تم تقسيم فترة الدراسة إلى ثلاث مراحل وفيما يأتي اتجاهات التغير في كل مرحلة.

الجدول رقم (٤-١٢) الذي يبين قيم مؤشر الجفاف (لي) لمجموع كميات الأمطار الفصلية

المحطة	جفاف شديد	النسبة %	جفاف متطرف	النسبة %	عدد سنوات الجفاف الكلية	النسبة %
البوكمال	١٢	٢٤	١٩	٣٨	٣١	**62**
الرقة	١٦	٣٢	١٢	٢٤	٢٨	**56**
الحسكة	١١	٢٢	١٣	٢٦	٢٤	**48**
دير الزور	١١	٢٢	١٣	٢٦	٢٤	**48**
جرابلس	٢٤	٤٨	٦	١٢	٣٠	**60**
القامشلي	١٩	٣٨	١٠	٢٠	٢٩	**58**

ومن دراسة الجدول (١٢-٤) يمكن تسجيل النتائج الآتية :

- تتراوح نسب الجفاف الشديد بين (٢٠ -٥٠%) حيث تسجل محطات المنطقة الجنوبية أقل النسب لتزداد باتجاه الشمال: دير الزور (٢٢%) والبوكمال (٢٤%)، أما في القامشلي فتبلغ (٨٣%) وفي جرابلس (٤٨%).
- تتراوح نسب الجفاف المتطرف بين (٤٠%-١٢) وتزداد النسب من الشمال إلى الجنوب حيث تبلغ في جرابلس (١٢%) ، والبوكمال (٣٨%) ، والحسكة (٢٦%).
- أما بالنسبة لعدد سنوات الجفاف الكلية فتراوحت نسبها بين (٤٨ -٦٢%)، وكان أقلها في محطتي الحسكة ودير الزور (٤٨%) لكل منهما، وأعلاها في البوكمال (٦٢%) يليها جرابلس (٦٠%) فالقامشلي (٥٨%).

الخاتمة :

النتائج

التوصيات

الخاتمة

تناولت الدراسة موضوع تحليل الهطل وتكرار نوبات الجفاف في إقليم الجزيرة والفرات الذي يكتسب أهمية لأن الموضوع يتناول عنصر الهطل الذي هو أساس عملية الزراعة التي تعد أساس النشاط الاقتصادي في الإقليم .ولقد أبرزت الدراسة أثر العوامل الطبيعية في عنصر الهطل وفاعليته. وفيما يأتي النتائج التي تم التوصل إليها، إضافة إلى أهم المقترحات لزيادة القيمة الفعلية للهطل وتجنب الآثار السيئة لسنوات الجفاف.

أولاً- النتائج :

١. زيادة كمية الهطل مع تزايد درجات العرض شمالاً (الاتجاه من الجنوب إلى الشمال) ارتباطاً مع زيادة عدد المنخفضات الجوية.
٢. يعد ارتفاع التضاريس من أكثر العوامل الجغرافية المحلية تأثيراً في توزيع كمية الهطل على الإقليم حيث تزداد كمية الهطل في المناطق الأكثر ارتفاعاً (معامل بيرسون (٩٥%)).
٣. يعد عامل البعد عن البحر من أقل العوامل الجغرافية تأثيراً في توزيع كمية الهطل المتناقصة حيث إن كمية الهطل لا تتأثر كثيراً ضمن الإقليم بعامل البعد أو القرب من البحر.
٤. هناك علاقة ارتباطية قوية بين التوزيع الزمني لعنصر الهطل والتوزيع الزمني لكل درجات الحرارة والرطوبة النسبية، إذ ترتبط كميات الهطل الكبيرة بشكل عام بدرجات الحرارة المنخفضة والرطوبة النسبية العالية وهذا الأمر يجعل من فصل الشتاء يليه الربيع فصلي الأمطار الغزيرة نسبياً في جميع المحطات (نسب الأمطار الشتوية والربيعية).
٥. يعد شهر كانون الثاني أكثر الشهور هطلاً في الإقليم يليه شهر شباط فشهر كانون الأول
٦. تسود ظاهرة الأمطار الحملانية في فصل الربيع بالإضافة للأمطار الجبهية حيث تكون أمطار نيسان أكثر من أمطار آذار ومن شباط في بعض المناطق.
٧. وجود علاقة طردية بين توزيع متوسط كمية الهطل ومتوسط عدد الأيام المطيرة على كافة المستويات (شهري – فصلي – سنوي).
٨. يتميز فصل الصيف بجفافه في الإقليم وما يسقط من أمطار في فصل الخريف غالباً ما يكون في شهر كانون الأول حيث تقل الأمطار في شهر تشرين الثاني، ونادراً ما تسقط في تشرين الأول.
٩. وجود علاقة عكسية بين كميات الهطل السنوية ودرجة ذبذبتها حيث يزداد معامل الاختلاف من الشمال نحو الجنوب و تقل الأمطار وفق هذا الاتجاه.
١٠.يتميز تغير الهطل بتعاقب فترات رطبة (فوق المعدل) وسنوات قليلة الهطل (دون المعدل) ولا دورية محددة أي هي تقلبات غير دورية.

١١. وجود وجهة عامة هابطة لكميات الهطل منذ الثمانينيات وحتى الوقت الراهن، وقد ازدادت في العقد الأخير (٢٠١١-٢٠٠٠).

١٢. من دراسة احتمالات الهطل تبين أن المعدلات توجد في الحدود العليا للأمطار العادية أي إن (٦٥%) من الهطولات تقع دون المتوسط. وهذا يشير إلى خطورة الاعتماد على المعدلات في التخطيط للعمليات المختلفة للإفادة من مياه الهطل.

١٣. إن القيمة الفعلية للهطل ترتفع في الجزء الشمالي من إقليم الدراسة مقارنة مع القسم الجنوبي الذي يندرج ضمن المناخ الجاف حيث تقل فعالية الهطل بانخفاض قيمة المتوسط السنوي لكمية الهطل .

١٤. من تطبيق معامل ديمارتون تبين أن تذبذب قيم المؤشر من سنة لأخرى (سلباً وإيجاباً) تتشابه في جميع المحطات في السنوات ذات القيمة الأكثر من المعدل، وكذلك في السنوات ذات القيمة الأقل من المعدل متشابهة في كافة محطات الإقليم كما وضحت ذلك مصفوفة الارتباط بين محطات الإقليم حيث كانت سنوات (٦٩-٦٨)(٨٨-٨٧)(٩٥-٩٤) فوق المعدل بكثير، وسنوات (٨٤-٨٣)(٨٧-٨٦)(٩٩-٩٨)(٢٠٠٠-٩٩)(٢٠٠٩-٢٠٠٨) دون المعدل بكثير في كافة المحطات .

١٥. الاتجاه العام المتناقص لمعامل ديمارتون في كافة المحطات يدل على الاتجاه العام نحو الجفاف خلال فترة الدراسة وخاصة في العقد الأخير (٢٠١١-٢٠٠٠) ويتشابه معامل ديمارتون مع معاملي إيفانوف وأمبرجيه في هذه القضية. ويعزى ذلك بالدرجة الأولى إلى انخفاض كمية الهطل خلال هذه الفترة أكثر من الاتجاه العام الصاعد لمعدلات درجات الحرارة.

١٦. من تطبيق معامل أمبرجيه، وعلى الرغم من وجود محطات الإقليم في طوابق مناخية مختلفة (جاف جداً-جاف-شبه جاف)، كانت هناك سنوات جاءت قيمتها خارج الطابق المناخي الذي تقع فيه المحطة (سنوات رطبة وسنوات جافة).

١٧. من تطبيق معامل لي لتقدير حدة الجفاف وتكراره خلال الفصول المختلفة تبين أن أقل تكرار لقيم الجفاف الشهرية تصل في شهري كانون الأول وكانون الثاني، ويسجل شهر أيار أعلى القيم يليه تشرين الأول ثم تشرين الثاني ثم نيسان .

١٨. يتكرر الجفاف في شهري نيسان وآذار في المنطقة الجنوبية أكثر مما هو عليه في المنطقة الشمالية .

١٩. يشهد فصل الشتاء الكثير من حوادث الجفاف المعتدلة، وأشد السنوات جفافاً فيه (٧٢-٧٣)(٩٨-٩٩)(٩٩-٢٠٠٠) وتزداد نسبتي الجفاف المعتدل والشديد خلال فصل الخريف حيث تتراوح نسبة الجفاف المعتدل بين (١٠-٢٧%) أما نسبة الجفاف الشديد فتتراوح بين

(٦–٢٠%) في حين تتراوح نسبة الجفاف المتطرف بين (٢٠%–٠,٥) ويكون في المنطقة الجنوبية أكثر مما هو عليه في الشمالية. وقد كانت أسوأ سنوات الجفاف الخريفي (٩٨–٩٩)(٩٩–٢٠٠٠)(٩٠–٩١).

٢٠. تتكرر نسب الجفاف المعتدل بين (٢٨%–١٠) في فصل الربيع، وأما الجفاف الشديد فيتراوح بين (٢٦%–٣) أما المتطرف فيمثل بين (١٥%–٢) ويكون في المنطقة الجنوبية أشد بكثير مما هو عليه في الشمالية. وكانت أسوأ سنوات الجفاف الربيعي (٩٨–٩٩)(٩٩–٢٠٠٠)(٢٠٠٤–٢٠٠٥)(٧٨–٧٩)(٧٧–٧٨).

٢١. بالنسبة لعدد سنوات الجفاف الكلية خلال الفصول فقد كانت أقل النسب في فصل الشتاء (٢٠–٣٧%) يليه الربيع (٤٦%–٣٧) ثم الخريف (٥٧%–٤٥).

٢٢. كانت سنة (٩٨–٩٩) الأكثر جفافاً على الإطلاق خلال فترة الدراسة يليه موسم (٩٩–٢٠٠٠) ثم (٧٢–٧٣).

ثانياً – المقترحات :

استناداً إلى نتائج الدراسة يمكن الإشارة إلى بعض المقترحات التي قد تساعد في زيادة القيمة الفعلية لمياه الهطل ودرجة الاستفادة منها في المجالات المختلفة، وهي :

١- إعادة تقويم محطة الأرصاد الجوية وتوزيعها بشكل يتناسب مع الظروف الجغرافية للإقليم .

٢- تخصيص جهة مسؤولة عن جمع البيانات وتبويبها ووضعها بصورة ملائمة لاستثمارها من قبل الباحثين في دراسات مناخية تطبيقية تهدف إلى المحافظة على مياه الهطل بالدرجة الأولى وليس التخلص منها وصرفها بعيداً عن المناطق السكنية والمنشآت الأخرى.

٣- بناء قاعدة للبيانات المتاحة ليصار إلى الاستفادة منها في جميع المجالات التطبيقية للمناخ ، وتقديم أكبر عون ممكن للباحثين في هذا المجال وذلك بتمويل البحوث التي ستعود بالمنفعة على الحياة البشرية.

٤- إجراء دراسات مناخية تفصيلية لإقليم الجزيرة والفرات على اعتباره من الأحواض المائية المهمة وذلك لأهمية الدراسات المناخية وخاصة الأمطار ذات الأهمية الكبرى في حياة الإنسان.

٥- تفهم دور التقلبات المناخية في تدهور لموارد الطبيعية، والعمل على تفادي آثارها والحد من تأثير الجفاف وإيجاد أنظمة الإنذار المبكر منه، ومن الضروري أن يكون لتلك الأنظمة القدرة على الكشف المبكر عن نقص مطر محتمل والذي سيكون بدوره أفضل مؤشر لتحديد فترة الجفاف الأولية، ونشر هذه المعطيات والمعلومات من خلال القنوات الملائمة لتصل إلى الجهات المعنية، ولتدريب المعنيين على كيفية اتخاذ القرارات بناءً على هذه المعلومات. وتوفير الإمدادات الغذائية والمائية اللازمة في حالات الجفاف ، وتوفير الموارد المالية اللازمة لتأمين الاستقرار لسكان المناطق المتضررة.

٦- ترشيد استهلاك المياه بكافة أشكاله سواء من حيث التوعية والتربية الفردية والاجتماعية أو وضع ضوابط للزراعات المروية حسب احتياجاتها المائية . ووضع الخطة الزراعية بشكل يتناسب مع الموارد المائية المتاحة خاصة للزراعات الصيفية، واعتماد أسلوب الري التكميلي للزراعات المطرية. واستعمال أساليب الري الحديثة (تنقيط – رش) وتنفيذ ما أقرته الحكومة في هذا الصدد بما يحقق مبدأ ترشيد استهلاك الموارد المائية ، وتشجيع ذلك عن طريق منح القروض لتمويل استبدال طرق الري القديمة بشروط مناسبة وتسهيلات كافية.

٧- توفير الإمدادات الغذائية والمائية اللازمة في حالات الجفاف ، وتوفير الموارد المالية اللازمة لتأمين الاستقرار لسكان المناطق المتضررة.

٨- زيادة بناء السدود والخزانات على الأودية الصغيرة لخزن أكبر قدر من المياه، ويمكن هنا الإشارة إلى إجراءات أخرى كحقن المياه الجوفية عن طريق حفر آبار عميقة.

٩- إنشاء شبكات الري ونقل المياه بشكل غير مكشوف لتقليل ضياع المياه بالتبخر والتسرب والاعتداء.

وفي النهاية تأمل الباحثة أن تكون دراستها هذه قد حققت أهدافها المرجوة وقدمت جهداً متواضعاً و إسهاماً يستفاد منه في دراسات مستقبلية.

المصادر والمراجع

- المراجع العربية
- المراجع الأجنبية

أولاً – المراجع العربية

- أبو العينين، حسن، أصول الجغرافية المناخية ، دار النهضة العربية، بيروت، ط٣ ،١٩٨٥م.
- أبو راضي، فتحي عبد العزيز، الأساليب الكمية في الجغرافية، دار المعرفة،الإسكندرية ،
- جبور ، إلياس ، الجفاف في الجمهورية العربية السورية ، دار الرضا للنشر ، دمشق ، ٢٠٠٣.
- حبيب بدرية – القيمة الفعلية للمطر في شبه الجزيرة العربية – أطروحة الدكتوراه مقدمة لجامعة البنات في الرياض –١٩٩٨
- حليمة، عبد الكريم ، إقليم الساحل السوري ، دراسة في جغرافية المياه ،رسالة دكتوراه غير منشورة ،جامعة دمشق، دمشق، ٢٠٠١م.
- دركزنلي ،محمد سمير و حجير ، سمير ؛ مبادئ الإحصاء ، جامعة حلب ، حلب ، ٢٠٠٤
- السناد، جلال ،أصول كتابة البحث العلمي ، منشورات جامعة دمشق ، دمشق ، ٢٠٠٣م
- الشاعر ، جهاد ؛ جغرافية المناخ ٢، جامعة دمشق ، دمشق ، ٢٠٠٥.
- الشاعر، جهاد و الموسى ، فواز ، علم المياه ، منشورات جامعة حلب ، حلب ، ٢٠٠٦.
- شحادة ، نعمان ، سنوات الرطوبة والجفاف في الأردن ، ندوة المياه في الوطن العربي ، الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة ، ١٩٩٤.
- ــــــــــــــ ؛الأساليب الكمية للجغرافية باستخدام الحاسوب،دار صفاء، عمان ١٩٩٧
- عبد السلام، عادل ، وآخرون ، جغرافية سورية الإقليمية، منشورات جامعة تشرين، اللاذقية (٢٠٠٣).
- الفاو ، مؤتمر الفاو الإقليمي السادس والعشرون للشرق الأدنى من ٩–١٣ ’آذار، متاح على الشابكة :WWW.FAO.COM
- الكيلاني ، صفاء ؛ الجفاف ومجابهته في محافظات حمص وحماه وحلب ، رسالة ماجستير ،قسم الحراج والبيئة في كلية الزراعة ، جامعة حلب ، حلب ،٢٠٠٢.
- موسى ، علي ، المناخ الحيوي ، دار نينوى ، دمشق ، ٢٠٠٢ .
- ــــــــــ ، موسوعة الطقس والمناخ ، نور للطباعة والنشر ، دمشق ،٢٠٠٦ .

- ــــــــــــ ؛ الجغرافية الكمية ، جامعة دمشق ، دمشق ، ١٩٨٧
- ــــــــــــ المناخ الإقليمي ،مطبعة الاتحاد ، دمشق ،١٩٩٠م.
- ــــــــــــ، مناخ سورية ، مطبعة الحجاز ، دمشق ، ١٩٧٦م.
- الموسى، فواز، الأمطار في سورية ، رسالة ماجستير غير منشورة مقدمة لجامعة القاهرة ، القاهرة ، ١٩٩٩.
- ــــــــــــ الخصائص المناخية للحرارة والأمطار في شرقي البحر المتوسط ،رسالة دكتوراه غير منشورة ،جامعة عين شمس، القاهرة ،٢٠٠٢م.
- ــــــــــــ؛ فاعلية الأمطار في سورية ، ندوة الجغرافية في خدمة التنمية ، المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب والعلوم الاجتماعية بالتعاون مع جامعة تشرين ، اللاذقية ٢٠٠٥.
- الموسى، فواز و الدليمي، محمد ، إقليم الجزيرة في سورية والعراق ، مكتبة الفرقان ، حلب ، ٢٠٠٩.
- ــــــــــــــــــــــ ، جغرافية التنمية ، مكتبة الفرقان ، حلب ، ٢٠٠٩.
- الموسى ،فواز وحليمة ،عبد الكريم ، احتمالات الأمطار في إقليم الساحل والجبال الساحلية ، مجلة بحوث جامعة تشرين ، اللاذقية ، ٢٠٠٩
- مينغه، مونيك، الإنسان والجفاف، ترجمة خورى، ميشال ، منشورات وزارة الثقافة ، دمشق، ١٩٩٩
- النحلاوي ، ماجد ، دراسة الأمطار كمؤشر رئيسي لتوقعات الجفاف في الجمهورية العربية السورية ، المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، دخ/ ن١، دمشق ،١٩٨٢.
- ــــــــــــ، خصائص أمطار دمشق واحتمالاتها ، المركز العربي لدراسة الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) ، مجلة الزراعة والمياه ، العدد ١٢،دمشق ، ١٩٩١.
- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، أطلس سورية المناخي ، دمشق ،١٩٧٧
- وزارة الزراعة ، المجموعة الإحصائية الزراعية (لعدة سنوات) ، دمشق .
- الصول ،أبو بكر علي سليمان ، التذبذب والتباين في معدلات الأمطار بشعبة مصراته وإمكانية استغلالها ، رسالة ماجستير ،جامعة السابع من أكتوبر ، طرابلس–ليبيا ،٢٠٠٧

ثانياً – المراجع الأجنبية:

- Almisnid, Abdullah,2005; CLIMATE CHANGE and WATER USE for IRRIGATION: A CASE STUDY IN THE GASSIM AREA OF SAUDI ARABIA ,A thesis submitted to the School of Development Studies at the University of East Anglia in fulfillment of the requirements for the degree of Ph.D., East Anglia 2005
- Ben Parakoti and David Scott (2003): DROUGHT INDEX FOR COOK ISLANDS, Proceedings of the Pacific Regional Consultation on Water in Small Island Countries Theme 2 Case Studies – 81
- CHOW,V,T. A General Formula for Hydrology Frequency Analysis, Trans. Amer. Geophys. Union , 1951, Vol. 32. Pp 231-237
- Eshel.G;and B.F.Farrell.(2000):Mechanisms of Eastern Mediterranean Rainfall Variability .J.Atoms.sci،57
- Glantz, M.H. 1994. "Drought, Desertification, and Food Production" in M.H. Glantz (ed.) Drought Follows the Plow, pp. 9-30, Cambridge: Cambridge University Press.
- Hargreaves, G. H. and Merkley, G. P. (1998). Irrigation Fundamentals: an applied technology text for teaching irrigation at the intermediate level. Highlands Ranch, Colo. : Water Resources Publication, LLC, c1998, 182 pp.
  http://www.earthscape.org/p1/wid03/wid03i.pdf , 2009, 13p
- JONES, K. R. et al. , Arid Zone Hydrology for Agricultural Development FAO. Rome.
- Li K., S. Yin, and W. Sha ..Characters of time-space of recent drought in China. Geographical Research 14-6 (3), 1996
- LI K., Y. Chen, and C. Huang. The Impact of Drought in China: Recent Experiences. Pages. 347-331 -in Drought: A Global Assessment, Vol. 1 (D.A.Wilhite, ed.). Routledge، London. 2000
- LI, KERANG. AND X. LIN. Drought in China: Present Impacts and Future Needs. Pages 263-289 ،in Drought Assessment, Management, and Planning: Theory and Case Studies (D.A. Wilhite, ed.). Kluwer Academic Publishers, Dondrecht, The Netherlands. 1993
- LI, KERANG. Drought Early Warning and Impact Assessment in China,available online:
- McKEE, T.B.; N.J. DOESKEN; and J. KLEIST. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8th Conference on Applied Climatology, pp. 179–184. January 17–22, Anaheim, California. 1993.

- Oliver.J.E;(1981) :Climatology ;Selected applications. V.H.Winston &Sons ,Edward Arnold ,London.
- TIAN, G. Estimation of Evapotranspiration and soil moisture and drought monitoring using remote sensing in North China Plain. Pages 23-31 in Space and Environment, Special Plenary Session, 44th international Astronautical Federation, IAF Congress, Graz، Austria1993.
- Wilhelmi, O.V., K.G. Hubbard, and D.A. Wilhite. 2002. Spatial representation of
- Wilhite D. and Buchanan-Smith M., 2005. Drought as hazard: Understanding the natural and social context. In: Wilhite D.A. (ed.). Drought and Water Crises – Science, Technology, and Management Issues. Boca Raton: Taylor & Francis, p. 3-29.
- Wilhite D.A., and O. Vanyarkho. 2000. Drought: Pervasive Impacts of a Creeping
- Wilhite, D. A.,hayes, M. J., Knutson, C., Smith, K. H.:. The Basics of Drought Planning: 2004 A 10-Step Process. http://www.drought.unl.edu
- Wilhite, D.A.; and M.H. Glantz,. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. Water International 10(3):1985- pp111–120

- Wilhite D. and Buchanan-Smith M., 2005. Drought as hazard: Understanding the natural and social context. In: Wilhite D.A. (ed.). Drought and Water Crises – Science, Technology, and Management Issues. Boca Raton: Taylor & Francis, p. 3-29.